# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1946.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE CARTAN.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères,

J'ai le regret de vous annoncer le décès, survenu jeudi dernier 9 mai, de notre Confrère **Léon-Alexandre Guillet**, Membre de la Section des Applications de la Science à l'Industrie.

Léon-Alexandre Guillet, né à Saint-Nazaire le 11 juillet 1873, était le septième d'une famille de huit enfants. Entré à l'École Centrale des Arts et Manufactures, l'un des premiers de sa promotion, il obtint en 1897 son diplôme d'ingénieur. Docteur ès sciences en 1902, avec une Thèse sur les alliages d'aluminium, il fut nommé en 1906 suppléant de la chaire de Métallurgie du Conservatoire national des Arts et Métiers, et titulaire dans cette chaire en 1908. En 1911 on lui confie à l'École Centrale des Arts et Manufactures la chaire de Métallurgie des métaux autres que le fer, à laquelle s'adjoignit en 1913 la chaire de Métallurgie générale. En 1923, Léon Guillet est nommé directeur de l'École Centrale; il dut quitter cette direction en 1944 sous la pression des autorités d'occupation. Le 22 juin 1925 il avait été élu Membre de notre Académie, dans la Division des Applications de la Science à l'Industrie.

Dans sa longue carrière, Léon Guillet n'a jamais séparé la science de ses applications. Il était persuadé que l'industrie moderne, et principalement l'industrie métallurgique, ne pouvait plus se contenter de l'empirisme qui avait régné trop longtemps dans les usines, mais devait être pourvue de laboratoires scientifiquement organisés. Nommé, en 1903, chef de laboratoire aux usines de Dion et Bouton à Puteaux, puis, peu de temps après, ingénieur-conseil de ces usines, il fait du laboratoire placé sous sa direction le premier laboratoire scientifiquement organisé de l'industrie mécanique. Il fonda ensuite les laboratoires de la Société des Hauts Fourneaux et Forges d'Allevard, de la Société métallurgique de Bonneville (Eure), de la Société française des

Constructions mécaniques de Denain, et, en mission militaire, il participa à la création des laboratoires des usines Citroën.

Les travaux scientifiques de Léon Guillet se rapportent presque tous à la théorie des alliages. Sa Thèse était consacrée aux alliages d'aluminium, métal qui, à ce moment, intéressait au plus haut point l'industrie automobile. Il trouve de nouvelles combinaisons de l'aluminium avec le tungstène, le molybdène, le titane, le fer, le cobalt et le manganèse. Les recherches qui ont surtout contribué à sa notoriété sont celles qui se rapportent aux aciers spéciaux (aciers au nickel, au manganèse, au chrome, au tungstène etc.). Par des études systématiques et persévérantes, portant sur leur micrographie et leurs propriétés mécaniques, il établit une classification qui fut unanimement adoptée. Rapprochant les variations corrélatives des teneurs en carbone et en métal spécial, il réussit à établir un coefficient de correspondance entre le métal étranger au fer et le carbone, tel que le remplacement proportionnel de l'un par l'autre se fasse sans modification notable des propriétés de l'alliage. Des aciers spéciaux Léon Guillet passe aux bronzes, aux laitons spéciaux et découvre une relation analogue pour les divers métaux alliés aux cuivres; en passant des alliages binaires aux alliages ternaires ou quaternaires, il est conduit à introduire pour chacun de ces alliages ce qu'il appelle un *titre fictif*, basé sur la microstructure de l'alliage et qui, en utilisant un tableau de correspondance établi par lui, permet de le rattacher à un alliage binaire possédant sensiblement les mêmes propriétés, mais quelquefois améliorées.

Une des plus fécondes initiatives de Léon Guillet se rattache à la diffusion dans les usines des méthodes expérimentales de mesure. On peut juger de l'importance que peut avoir la précision d'une mesure en remarquant que l'addition d'une très petite quantité d'un nouveau métal dans un alliage peut modifier complètement ses qualités. On doit signaler encore ses recherches sur les traitements des alliages, traitements thermiques (trempe, etc.) et traitements mécaniques (écrouissage, etc.). Il s'attacha aussi à mettre en évidence les variations considérables que peuvent subir les propriétés d'un alliage par variation de la température.

Pendant la guerre de 1914-1918, Léon Guillet, mobilisé aux chantiers de Penhoët, eut à s'occuper de la fabrication du matériel d'artillerie; par ses études sur la trempe des projectiles, il réussit à mettre sur pied un nouveau procédé de trempe qui réduisit notablement les déchets de fabrication et fut employé non seulement en France mais dans d'autres pays alliés.

La carrière de Léon Guillet comme professeur a été aussi brillante que sa carrière de savant. Il a exercé une influence considérable sur tous ses élèves, tant au Conservatoire des Arts et Métiers qu'à l'École Centrale. On peut dire, avec Henry Le Chatelier, qu'il était un entraîneur d'hommes. Il a formé autour de lui de jeunes collaborateurs qui ont été ensuite répandre dans les usines ses

méthodes. Plusieurs d'entre eux sont devenus des maîtres; il me suffira de citer le nom de l'un d'eux, notre Confrère Portevin.

L'influence de Léon Guillet s'est exercée encore d'une autre manière par les nombreux volumes qu'il a publiés d'année en année et qui donnaient, à l'heure où ils paraissaient, l'exposé le plus complet de l'état de la science métallurgique.

Comme directeur de l'École Centrale, Léon Guillet a tenu à réaliser dans toute son ampleur l'idéal que s'étaient proposé les fondateurs de l'École, savoir de réunir à un enseignement scientifique général une instruction technique qui ne souffrît pas d'une trop grande spécialisation. Il put donner un grand développement aux laboratoires de l'École, grâce à de généreuses subventions, se montant à plusieurs millions, qu'il put obtenir des anciens élèves de l'École, convaincus par sa propagande persévérante des nécessités créées par l'évolution de l'industrie. Je ne puis passer sous silence enfin la création de la Maison de l'École Centrale, qui met en évidence l'intérêt humain qu'il portait à ses élèves.

Le 27 avril 1939, à un banquet organisé à l'occasion de son élévation à la dignité de grand-officier de la Légion d'honneur et où assistaient près de 500 convives sous la présidence d'Émile Picard, Léon Guillet, parlant des années de sa direction à l'École Centrale, s'exprimait ainsi : « J'y ai vécu, je le dis bien haut, les années les plus heureuses de mon existence, et cela parce que ce sont les années durant lesquelles j'ai pu le mieux travailler pour les autres ». Et, faisant allusion à une phrase d'Émile Picard le félicitant de la réussite de sa direction, il attribuait cette réussite en premier lieu à sa formation première, aux grands principes qui lui avaient été donnés dès son enfance, à l'amour du travail que sa mère avait mis dans son cœur, et en second lieu à sa famille, qui a su créer autour de lui une atmosphère de sérénité.

Dans notre Compagnie, Léon Guillet prenait une part active à tous nos travaux; quand il prenait la parole dans nos séances hebdomadaires, il savait se faire entendre; dans nos Comités secrets, il intervenait souvent avec clarté dans nos discussions. Il nous laisse le souvenir d'un homme qui a bien rempli sa vie et qui, on peut l'en croire, a été heureux, car il est peut-être vain de se demander si les circonstances qui l'ont obligé en 1944 à quitter sa chère École Centrale n'ont pas laissé quelque amertume dans son âme. Nous n'oublierons pas l'excellent Confrère, le grand savant qui a fait honneur à son pays. En votre nom à tous j'exprime nos condoléances émues et respectueuses à Madame Léon Guillet, ainsi qu'à ses enfants et ses petits-enfants.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **Simon Stoïlov**, Recteur de l'Université de Bucarest, Ministre plénipotentiaire de Roumanie à Paris, qui assiste à la séance.

M. le **Président** donne lecture des deux télégrammes suivants :

Kunming, 8 mai.

Académie nationale de Peiping et Société chinoise de physique regrettent infiniment le décès de leur Membre honoraire M. Charles Fabry et expriment à l'Académie leurs sentiments de profonde sympathie.

Praha.

Académie des sciences de Bohème se rappelle aujourd'hui, pénétrée de reconnaissance, Gaspard Monge, Membre éminent de l'Académie des sciences de l'Institut de France, né le 10 mai 1746, à Beaune, Côte-d'Or. Elle se souvient des services immenses qu'il a rendus aux sciences, spécialement à la géométrie descriptive moderne, ainsi qu'aux beaux-arts et pense à la France libérée. Veuillez agréer, Messieurs, nos félicitations sincères et nos salutations cordiales.

Dr Nejedly, Président; Dr Trkal, Secrétaire général.

BOTANIQUE. — *Sur deux arbres remarquables de la Forêt du Gabon.* Note de M. **Auguste Chevalier.**

Nous avons reçu récemment du Gabon un lot de plantes d'herbier récoltées par M. André Walker, missionnaire en Afrique Équatoriale française, parmi lesquelles se trouvent des matériaux permettant d'identifier deux arbres qui croissent sur le littoral du Gabon, à proximité de la lagune de Fernan-Vaz. Ce matériel était accompagné de notes précieuses qui nous permettent, non seulement de nommer et décrire ces deux arbres, mais aussi de donner des renseignements intéressants sur leur biologie et sur leur utilisation.

Le premier de ces arbres est une Légumineuse Cæsalpiniée que nous nommons *Brachystegia Fleuryana* sp. nov.

L'espèce est caractérisée par ses feuilles, ses inflorescences, ses fruits et par les stipules oblongues qui accompagnent les feuilles et sont promptement caduques. Les jeunes pousses, le rachis des feuilles et les inflorescences sont couverts d'une pubescence d'un roux ferrugineux, abondante. Feuilles d'un beau rouge quand elles viennent de s'épanouir, longues de 10 à 15$^{cm}$ et portant 8 à 12 paires de folioles oblongues, opposées 2 à 2, contiguës, sessiles, petites (10 à 15$^{mm}$ de long), souvent émarginées au sommet, sans éperon à la base, à nervure médiane bien centrale, glabres, faiblement nerviées, les inférieures ayant souvent une petite glande à leur base. Inflorescences en grappes terminales très grêles et lâches, isolées ou par 2, simples ou avec quelques courts rameaux, longues de 6 à 10$^{mm}$. Pédicelles très grêles, de 5 à 10$^{mm}$. Fleurs très petites (5$^{mm}$ à peine de diamètre), enfermées entre deux bractéoles concaves persistantes. Calice à quatre dents très petites; corolle blanche, à 4 pétales petits, filiformes et l'étendard plus grand, élargi au sommet. Étamines 10, à anthères rouges. Gousses noires, coriaces, oblongues, terminées en pointe près de la suture supérieure, longues de 12 à 15$^{cm}$, larges de 4 à 5$^{cm}$. Valves noires s'enroulant après la déhiscence, portant une crête longitudinale à faible distance de la suture supérieure épaissie.

Graines noires elliptiques, aplaties, au nombre de 3 à 5 par fruit.

L'arbre atteint de 30 à $35^m$ de haut, avec un tronc de $1^m$ à $1^m,50$ de diamètre, avec de légers contreforts à la base.

Il est connu sous le nom de *Zingana* par les autochtones. C'est le *Bois zébré* des colons. Il donne en effet un bois d'ébénisterie de grande valeur exporté en Europe; densité 0,75.

Nous l'avions déjà signalé en 1916 dans notre Ouvrage *La Forêt et les Bois du Gabon* comme *Légumineuse indéterminée*, n° 7 (*Zingana*), page 201, d'après les spécimens rassemblés en 1912 par notre dévoué collaborateur Francis Fleury, dans la région du lac de Fernan-Vaz. Malheureusement ces spécimens étaient sans fleurs ni fruits, de sorte que nous n'avions pu nommer scientifiquement la plante.

C'est dans la même région que M. Walker l'a retrouvée ces derniers temps et a réuni du matériel qui a permis de la décrire. Entre temps un forestier du Gabon, Henri Heitz (mort tragiquement en 1940), en avait fait, sans la nommer, une description manuscrite exacte, qui nous a été communiquée par M. Didier Normand (1). Tous les deux avaient prévu qu'elle devait se rapporter au genre *Brachystegia* Benth., comprenant déjà une soixantaine d'espèces dont un grand nombre ont été nommées par J. Burtt-Davy et J. Hutchinson en 1923. Notre espèce est bien distincte de toutes celles qui ont été décrites jusqu'à ce jour.

Le deuxième arbre découvert par M. Walker est une *Sapotacée* qui constitue non seulement un genre nouveau, mais qui doit être regardée comme le type d'une tribu nouvelle, les *Walkeriæ*. Nous sommes heureux de nommer le genre en le dédiant à l'excellent chercheur qui l'a découvert.

*Walkeria* gen. nov. Diffère de toutes les Sapotacées connues par son fruit sec capsulaire. Dans tous les autres genres c'est une baie. En outre, d'après Walker, le fruit, qui est ovoïde, allongé et a 5 côtés, s'ouvrirait à maturité par une fente opposée au placenta. Les autres caractères sont ceux des *Mimusopées* : 5 sépales imbriquées; 5 + 5 pétales, 5 staminodes pétaloïdes, 5 étamines, un ovaire à 5 loges uniovulées, dont quatre avortent toujours. Une graine allongée avec albumen abondant oléagineux. Cotylédons minces, foliacés. Testa luisant avec une cicatrice linéaire occupant toute la longueur de la graine. Omphalodium petit, arrondi, situé au haut de la graine. Radicule à l'extrémité opposée. A la germination, le tégument ou coque de cette extrémité se déchire en 2 ou 3 lobules pour laisser passer la racine.

Espèce type, *W. Nogo* sp. nov. Arbre à latex abondant. Feuilles grandes, coriaces, insérées à l'extrémité des rameaux, stipulées (stipules caduques), limbe coriace ovale-oblong, atténué aux deux extrémités, nervures latérales 9 à 12 paires. Pétiole robuste de 15 à $20^{mm}$. Fleurs naissant en groupes denses sur des coussins formant saillie sur des branches âgées. Pédicelles de $8\text{-}15^{mm}$ finement pubérulents. Sépales coriaces, imbriqués, soudés à la base, velus ferrugineux. Pétales blancs oblongs, denticulés au sommet, velus en dehors. Ovaire ovoïde, velu ferrugineux. Jeune fruit oblong-linéaire, côtelé, terminé en pointe au sommet.

---

(1) Il a fallu plus de trente années après la découverte du *Zingana* avant d'obtenir les matériaux permettant de l'identifier, malgré diverses missions attelées à sa recherche et bien que le bois fût depuis longtemps un produit commercial.

Fruit adulte oblong, acuminé au sommet, finement pubérulent, présentant 5 côtes très saillantes.

Graine oblongue ou linéaire, arquée, longue de 4-8$^{cm}$, large de 2$^{cm}$, à cicatrice linéaire.

Croît dans la forêt marécageuse, près de la lagune de Fernand Vaz. Noms vernaculaires *Nogo* (en nkomi), *Enôc* (en pahouin). Les habitants de la région utilisent les amandes de la graine, très riche en substance grasse, pour leur alimentation. Après les avoir fait sécher au soleil on les met, coupées en tranches, macérer longtemps dans l'eau pour les débarrasser d'un produit toxique, analogue probablement à celui qui a été signalé dans les graines oléagineuses de *Baillonella*.

Nous rattachons aussi au genre *Walkeria*, sous le nom de *W. Heitzana* sp. nov., un arbre signalé par H. Heitz dans *La forêt du Gabon*, p. 266 et pl. 77, sous le nom pahouin de *Adzacon* et qui se différencie de la première espèce, d'après le dessin publié, par la forme des feuilles et du fruit. C'est un grand arbre de la forêt primaire du Gabon, trouvé dans la région de la pointe Saint-Denis et dans la vallée de la M'Beï.

Nous nous réservons de publier prochainement des renseignements plus détaillés sur ces deux arbres, ainsi que leur diagnose latine.

M. **Léon Bertrand** fait hommage à l'Académie du tome II de son Ouvrage intitulé *Histoire géologique du sol français : Le plan architectural et l'édification de nos grandes régions géologiques*.

M. **Roger Heim** fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée *Les Agarics tropicaux à hyménium tubulé*.

## COMMISSIONS.

Par la majorité des suffrages, MM. **Marcel Brillouin**, **Charles Maurain** pour la Division des Sciences mathématiques; **Maurice Caullery**, **Charles Jacob** pour la Division des Sciences physiques; **Charles Camichel**, **Pol Bouin** pour la Section des Membres non résidants, sont élus Membres de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président, sera chargée de former deux listes de candidats pour les troisième et quatrième places nouvelles de Membres non résidants.

## PRÉSENTATIONS.

Dans la formation d'une liste de candidats au poste de Directeur de l'Institut de Physique du globe de Strasbourg, pour la première ligne, M. *Jean Rothé* obtient 39 suffrages.

Pour la seconde ligne, M. *Louis Cagniard* obtient 33 suffrages. Il y a 1 bulletin nul.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Éducation Nationale comprendra :

*En première ligne*............. M. **Jean Rothé**.
*En seconde ligne*.............. M. **Louis Cagniard**.

## PLIS CACHETÉS.

M^me^ **Isabelle Ruiz** demande l'ouverture de deux plis cachetés, reçus dans les séances des 22 janvier et 19 février 1940, et enregistrés sous les n^os^ 11 651 et 11 662.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, contiennent deux Notes, par M. J. Ripert et M^me^ I. Ruiz, intitulées *Action de l'ypérite sur le chlorhydrate de cystérine en milieu ionisant* et *Action des mercaptons sur l'ypérite*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

## CORRESPONDANCE.

M. **René Maire**, élu Membre non résidant, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Hommage de l'Académie d'Agriculture de France à M. Henri Hitier à l'occasion du vingtième anniversaire de son élection au Secrétariat perpétuel* (décembre 1925-décembre 1945).

2° Jean-Paul Mathieu. *Spectres de vibration et symétrie des molécules et des cristaux* (présenté par M. Charles Mauguin).

M. **Louis S. Cates**, Président de l'**American Institute of Mining and Metallurgical Engineers** invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour la représenter aux Cérémonies qui auront lieu à New-York, les 16, 17 et 18 septembre 1946, pour célébrer le *soixante-quinzième anniversaire* de la fondation de cet Institut.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la structure des fonctions aléatoires strictement stationnaires à spectre totalement discontinu.* Note de MM. **André Blanc-Lapierre** et **Robert Fortet**, présentée par M. Émile Borel.

Soient $\omega_0, \omega_1, \ldots, \omega_n, \ldots$ une suite finie ou non de nombres certains réels et distincts, et $X_0, X_1, \ldots, X_n, \ldots$ une suite de variables aléatoires complexes telles que

$$(1) \qquad \mathfrak{M}(X_n) = 0, \qquad \sum_n \mathfrak{M}(|X_n|^2) < +\infty, \qquad \mathfrak{M}(X_n X_m) = 0, \qquad (m \neq n).$$

On posera $X_n = R_n e^{i\theta_n}$, où $R_n (\geq 0)$ est le module de $X_n$ et $\theta_n$ son argument. La série

$$\sum_n e^{i\omega_n t} X_n,$$

où $t$ est un paramètre réel ($-\infty < t < +\infty$), converge en moyenne quadratique pour chaque valeur de $t$, et sa somme $S(t)$ est une fonction aléatoire de $t$ stationnaire d'ordre 2; en s'appuyant sur le théorème III, 3°, d'une précédente Note [1], et sur les deux remarques suivantes :

*a.* Soient une suite indéfinie de variables aléatoires $Z_1, Z_2, \ldots, Z_n, \ldots$ et une variable aléatoire T telle que T est indépendante de $(Z_1, Z_2, \ldots, Z_n)$ *dans leur ensemble* quel que soit $n$ : T est indépendante des $X_n$ dans leur ensemble;

*b.* Soient $\Sigma$ un ensemble d'un nombre fini ou d'une infinité dénombrable de variables aléatoires, et $Z_1, Z_2, \ldots, Z_n, \ldots$ une suite indéfinie de variables aléatoires; si la variable aléatoire à $n$ dimensions $(Z_1, Z_2, \ldots, Z_n)$ est indépendante de $\Sigma$ quel que soit $n$, l'ensemble des $Z_n$ est indépendant de $\Sigma$.

On peut déterminer à quelles conditions nécessaires et suffisantes [en dehors de (1)] doivent satisfaire les $X_n$ pour que $S(t)$ soit en outre *strictement* stationnaire; ces conditions résultent des deux théorèmes suivants :

Théorème 1. — *Soit un groupe de $\omega_n$, par exemple $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n, \ldots, \omega_N$, tel qu'il n'existe aucun système d'entiers $\lambda_n$ non tous nuls, tels que*

$$\sum_{n=1}^{N} \lambda_n \omega_n = 0.$$

*Si $S(t)$ est strictement stationnaire, les arguments correspondants $\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_n, \ldots, \theta_N$ sont indépendants dans leur ensemble de l'ensemble des $R_n$, sont mutuellement indépendants et de lois de probabilité uniformes [dans l'intervalle $(0, 2\pi)$].*

Si l'on pose

$$\sum_{n=1}^{N} e^{i\omega_n t} X_n = \Sigma(t) = R\, e^{i\theta},$$

où R est le module de $\Sigma(t)$ et $\theta$ son argument, R et $\theta$ sont indépendants et $\theta$ est de loi uniforme.

Théorème 2. — *Si un groupe de $\omega_n$, par exemple $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_n, \ldots, \omega_N$, est tel qu'il existe un système d'entiers $\lambda_n$ non tous nuls (par exemple $\lambda_N \neq 0$) tels que*

$$\sum_{n=1}^{N} \lambda_n \omega_n = 0$$

*et tel qu'il n'existe pas une relation analogue entre $(N-1)$ de ces $\omega_n$, et si $S(t)$ est strictement stationnaire, la variable aléatoire*

$$\Psi = \sum_{n=1}^{N} \lambda_n \theta_n$$

(1) *Comptes rendus*, 222, 1943, p. 468.

*est indépendante de l'ensemble* $(\theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_{N-1})$, *mais peut dépendre arbitrairement des* $R_n$.

APPLICATIONS. — *a. Séries de Fourier.* — Soit $\omega_0 = 0$, $\omega_1 = \omega$, $\omega_2 = 2\omega$, ..., $\omega_n = n\omega$, ...; la forme la plus générale de $S(t)$ pour que $S(t)$ soit strictement stationnaire est

$$S(t) = m.q. \sum_{0}^{+\infty} R_n e^{i\psi_n} Z_t^n,$$

où $Z_t = e^{i(\omega t + \theta)}$, $\theta$, indépendant des $R_n$ et des $\psi_n$ dans leur ensemble, ayant une loi uniforme, et les $\psi_n$ pouvant être liés arbitrairement aux $R_n$ (donc entre eux).

*b.* On peut tirer des théorèmes précédents et de la méthode qui y conduit de nombreuses conséquences ou applications; par exemple : recherche des conditions dans lesquelles la somme ou le produit de deux fonctions strictement stationnaires sont eux-mêmes strictement stationnaires etc.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions holomorphes et bornées dans un domaine infini.* Note de M. **SZOLEM MANDELBROJT**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

Nous avons démontré ([1]) que, si une fonction $F(s)$ est holomorphe et bornée dans le domaine $\Delta$, défini par $\sigma \geq 0$, $|t| \leq g(\sigma)$ $(s = \sigma + ti)$, où $g(\sigma)$ est une fonction positive, tendant, en croissant, vers $\pi/2$ (lorsque $\sigma \to \infty$) et telle que

$$\int_0^\infty \left(\frac{\pi}{2} - g(\sigma)\right) d\sigma < \infty, \tag{1}$$

on a, en posant $M(\sigma) = \underset{|t| \leq g(\sigma)}{\text{Max}} |F(\sigma + ti)|$,

$$\int_0^\infty \log M(\sigma) e^{-\sigma} d\sigma > -\infty. \tag{2}$$

Autrement dit l'intégrale dans (2) est finie, car elle n'est certainement pas égale à $+\infty$. La condition (1) est essentielle, car, si l'intégrale dans (1) diverge, on voit immédiatement que la fonction $F(s) = e^{-e^s}$ est telle que l'intégrale correspondante (2) est égale à $-\infty$.

Pourtant, lorsque l'intégrale (1) diverge, c'est-à-dire lorsque l'aire de la différence entre la demi-bande S, définie par $|t| \leq \pi/2$, $\sigma \geq 0$, et $\Delta$ est infinie, on peut encore indiquer une expression semblable à (2) (mais où entre en plus l'aire de la partie de $S - \Delta$ dont les points ont une abscisse inférieure à $\sigma$, pour chaque $\sigma > 0$) et qui est encore finie.

Nous démontrons ce théorème avec une certaine restriction d'analyticité sur le contour de $\Delta$, mais cette restriction semble due aux méthodes de démonstration que nous employons.

---

([1]) *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 361.

Théorème 1. — *Soit* $\Delta$ *un domaine défini par les inégalités* $\sigma \geqq 0$, $|t| \leqq g(\sigma)$, *la fonction* $g(\sigma)$ *étant croissante avec* $\lim_{\sigma=\infty} g(\sigma) = \pi/2$, $g(s)$ *étant une fonction holomorphe dans la demi-bande :* $\sigma \geqq 0$, $|t| \leqq \pi/2$, *avec* $\lim_{\sigma=\infty} [c(s)/c(\sigma)] = 1$, *où* $c(s) = (\pi/2) - g(s)$, *et ceci uniformément par rapport à* $t$ ($|t| \leqq \pi/2$).

*Si* $F(s)$ *est une fonction holomorphe, non identiquement nulle et bornée dans* $\Delta$, *en posant*

$$M(\sigma) = \operatorname*{Max}_{|t| \leqq g(\sigma)} |F(\sigma + ti)|, \qquad A(\sigma) = \int_0^\sigma \left(\frac{\pi}{2} - g(\sigma)\right) d\sigma,$$

*l'intégrale*

$$\int_0^\infty \log M(\sigma)\, e^{-\sigma - \alpha A(\sigma)}\, d\sigma$$

*reste finie pour chaque* $\alpha > 1$.

Il résulte de ce théorème que, si une fonction $F(s)$, holomorphe dans $\Delta$, est telle que

$$\log |F(s)| \leqq -k(\sigma)\, e^{\sigma + \alpha A(\sigma)} \qquad (\alpha > 1), \tag{3}$$

où $k(\sigma)$ est une fonction positive telle que

$$\int^\infty k(\sigma)\, d\sigma = \infty,$$

la fonction $F(s)$ est identiquement nulle. Si dans (3) la fonction $k(\sigma)$ est remplacée par une fonction positive $m(\sigma)$ avec $\int^\infty m(\sigma)\, d\sigma < \infty$ et si la constante $\alpha > 1$ est remplacée par une constante $\beta$ avec $0 < \beta < 1$, la conclusion n'est plus vraie, du moins lorsqu'on suppose que $m(\sigma)$ satisfait à quelques conditions de régularité, par exemple $m''(\sigma) \geqq 0$, $m'(\sigma) = o(m(\sigma))$.

On a en effet le théorème suivant :

Théorème 2. — *Si* $m(\sigma) > 0$, $m'(\sigma) = o(m(\sigma))$, $m''(\sigma) \geqq 0$, *si*

$$\int_0^\infty m(\sigma)\, d\sigma < \infty$$

*et si* $0 < \beta < 1$, *il existe une fonction* $F(s)$, *non identiquement nulle, holomorphe dans le domaine* $\Delta$ *défini dans l'énoncé du théorème* 1, *et telle que, dans* $\Delta$, *l'inégalité suivante est satisfaite :*

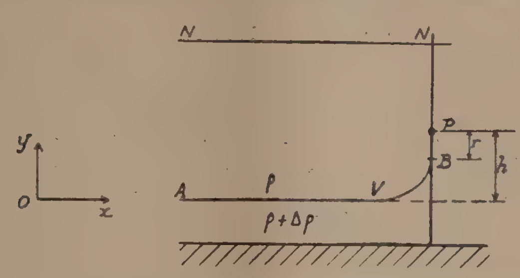
$$\log M(\sigma) \leqq -m(\sigma)\, e^{\sigma + \beta A(\sigma)},$$

*où* $M(\sigma)$ *et* $A(\sigma)$ *ont le même sens que dans le théorème* 1.

Remarquons que dans les énoncés de nos théorèmes il suffit de supposer que $c(s)$ est holomorphe pour $R(s) = \sigma$ suffisamment grand ($|t| \leqq \pi/2$). Ainsi, si le domaine $\Delta$ est défini de sorte que, pour $\sigma$ suffisamment grand, $c(\sigma) = (\pi/2) - g(\sigma) = a/\sigma \log \sigma \ldots \log_\rho \sigma$, où $\log_k \sigma = \log(\log_{k-1} \sigma)$, $\log_1 \sigma = \log \sigma$, ce domaine $\Delta$ satisfait aux conditions de nos théorèmes.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *Loi de la hauteur limite d'aspiration dans deux fluides de densité différente.* Note [1] de M. **Antoine Craya**, présentée par M. Henri Villat.

Considérons (voir la figure) un canal comportant deux couches de liquide superposées de densité différente (le plus lourd en dessous) et dans lequel on aspire par une fente P; on constate [2] que, pour un même débit s'écoulant à




travers P, le liquide inférieur ne commence à être aspiré sensiblement que pour $h$ inférieur à une certaine hauteur $h_l$; l'objet de cette Note est d'analyser les lois de cette hauteur limite d'aspiration.

Nous sommes conduits à considérer comme facteur prépondérant du phénomène le jeu du gradient de pression autour de P et de la pesanteur : d'autres facteurs, tels que viscosité, tension interfaciale, stabilité de l'interface, semblent jouer un rôle secondaire; en revanche la miscibilité des liquides complique un peu les choses par la création autour de B d'un coin de densité intermédiaire [1]; nous considérerons donc plus spécialement des liquides non miscibles.

Dans ce cadre, on considérera le phénomène comme plan et, l'influence du niveau libre NN, supposé assez éloigné, étant faible, on admettra que le liquide s'étend indéfiniment du côté PN; la vitesse d'approche en A est elle-même négligeable dans cette hypothèse.

On reconnaît enfin que le gradient de pression créé par la fente ne doit pas dépendre sensiblement de la hauteur de celle-ci, supposée suffisamment petite; l'expérience a confirmé cette vue et l'on assimilera donc P en plan à un puits ponctuel de débit $q$.

Les facteurs fondamentaux du phénomène se trouvent réduits dans ces conditions à $q$, $h$, $g$, $\Delta\rho$ et $\rho$.

Nous aurons une précision complémentaire en écrivant la condition d'équilibre de l'interface AB; l'application du théorème de Bernoulli au filet AB de densité $\rho$, et de l'équilibre hydrostatique au liquide sous-jacent donne

$$\frac{V^2}{2} = \frac{\Delta\rho}{\rho} g y. \tag{1}$$

---

(1) Séance du 25 mars 1946.

(2) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 781.

On voit que les facteurs $g\Delta\rho$ et $\rho$ n'interviennent que par le groupement $g\Delta\rho/\rho$; tout se passe comme si AB était une surface libre soumise à une pesanteur réduite $g\Delta\rho/\rho$ dirigée de bas en haut.

Les hypothèses physiques émises reviennent en définitive, par application des règles de l'homogénéité, à caractériser le phénomène par le paramètre sans dimensions

$$\Pi = \frac{\Delta\rho}{\rho} g \frac{h^3}{q^2}.$$

En particulier, les conditions limites d'aspiration correspondent à une certaine valeur numérique $\Pi_l$ de $\Pi$, dont on peut obtenir une première approximation par les considérations élémentaires ci-après :

Supposons que la répartition des vitesses le long de P-B soit celle d'un point puits et cherchons le point de contact B de l'interface avec la paroi; on doit avoir dans ces conditions

$$\frac{q^2}{\pi^2 r^2} = 2\frac{\Delta\rho}{\rho} g(h-r). \tag{2}$$

Cette équation donne une racine partant de $h$ pour un débit nul, et qui cesse d'exister à partir d'une certaine valeur de $q$ : le gradient de pression est, à partir de ce moment, assez fort pour happer l'interface.

Les conditions limites d'aspiration correspondent alors à l'existence pour (2) d'une racine double, c'est-à-dire

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} \frac{g h_l^3}{q^2} = \frac{27}{8\pi^2}. \tag{3}$$

Un calcul plus complet devrait faire appel à la théorie des champs plans à potentiel avec ligne de jet sous l'influence de la gravité.

Bornons-nous à remarquer qu'on obtient assez facilement un schéma particulier voisin de ceux cherchés par le champ $Z(z)$ vérifiant

$$\frac{dz}{dZ} = \frac{1}{\sqrt{6\frac{\Delta\rho}{\rho} g \frac{q}{\pi}}} e^{-\frac{\pi}{6}\frac{Z}{q}} \left[\sqrt{1-e^{\pi\frac{Z}{q}}} + i e^{\frac{\pi}{2}\frac{Z}{q}}\right].$$

Dans cet écoulement la paroi PN fait avec PB un angle de $2\pi/3$ au lieu de $\pi$; il se trouve correspondre, compte tenu de la différence des débits, à une valeur du paramètre $\Pi$ du même ordre que (3); une théorie complète exigerait évidemment la connaissance de tous les champs correspondant à l'ensemble des valeurs possibles de $\Pi$.

L'étude expérimentale [1] a confirmé le rôle prépondérant du paramètre $\Pi$ et a donné pour les conditions limites d'aspiration une valeur moyenne très proche de (3).

---

[1] *Comptes rendus*, 222, 1946, p. 781.

OCÉANOGRAPHIE. — *Au sujet de la théorie amphidromique des marées de la Manche.* Note [1] de M. **Donatien Cot**, présentée par M. Georges Durand-Viel.

La théorie amphidromique des marées de la Manche, développée par E. Fichot [2], donne l'explication des traits généraux du phénomène. Je me propose de rechercher dans quelle mesure les amplitudes de l'onde lunaire semi-diurne moyenne $M_2$, fournies par l'analyse harmonique des marées observées en divers ports des côtes anglaise et française, sont en accord avec la théorie.

Prenons pour origine des coordonnées rectangulaires le point amphidromique A [3], situé dans le Sud-Est de Bristol et pour axe des $x$ l'axe cotidal qui est, dans ce cas, virtuel et qui peut être considéré comme rectiligne, au degré d'approximation compatible avec les conditions du problème. On voit facilement que l'amplitude, fictive, $A_C$ de l'onde positive et de l'onde opposée sur l'axe cotidal a pour expression

$$A_C = \frac{A_r}{\sqrt{2}\sqrt{\operatorname{ch}\frac{4\omega y}{c} - \cos\frac{4\pi x}{\Lambda}}},$$

en désignant par $A_r$ l'amplitude résultante en un point $(x, y)$ du canal théorique, par $\Lambda$ la longueur d'onde commune aux deux ondes antagonistes, par $c$ leur célérité et par $\omega$ le produit de la rotation terrestre par le sinus de la latitude moyenne qui est ici de 50°.

La valeur de $A_r$ est connue, pour chacune des ondes constitutives de la marée et, en particulier pour l'onde $M_2$, utilisée pour le tracé des lignes cotidales, en tous les ports où l'analyse harmonique a été effectuée. Pour cette dernière onde, on a, en employant des notations habituelles,

$$A_{r.M_2} = f_{M_2} . M_2,$$

le facteur $f_{M_2}$ variant lentement entre 0,96 et 1,04 environ au cours du temps.

On peut donc calculer $A_{C.M_2}/f_{M_2}$ en chacun de ces ports, si l'on connaît $\Lambda$ et $c$. Les valeurs trouvées devront être à peu près concordantes.

J'ai déterminé, en premier lieu, la longueur d'onde d'après les mesures, sur la carte des lignes cotidales [3], des distances du point A aux deux points morts les plus voisins; en second lieu, d'après la profondeur moyenne de la Manche entre les lignes Boulogne-Dungeness et l'Abervrach-Cap Lizard, qui a

---

[1] Séance du 6 mai 1946.

[2] Cf. E. Fichot, *Exposé critique de la théorie des marées*, chap. V (*Annales du Bureau des Longitudes*, vol. XII en préparation, tirage à part de 1941).

[3] Cf. *op. cit.*, Pl. 3.

été calculée par les soins de M. Dyèvre, Directeur du Service Hydrographique, et qui est de $48^m,8$. J'ai obtenu ainsi

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A_1$........... | 763970 m | $c_1$........... | 17,086 m/sec |
| $A_2$........... | 998550 m | $c_2$........... | 22,331 » |
| $A_3$........... | 978375,5 m | $c_3$........... | 21,881 » |

Ce sont les derniers nombres qui ont servi au calcul des valeurs de $A_{C.M_2}/f_{M_2}$ portées dans la dernière colonne du tableau ci-dessous. Je donne aussi, à titre d'indication, les valeurs correspondant à $A_1$ et $c_1$.

| | | $A_{C.M_2}/f_{M_2}$ pour | |
|---|---|---|---|
| | $M_2$ (¹). | $A = A_1$. | $A = A_3$. |
| | m | m | m |
| Penzance.......... | 1,71 | 0,94 | 0,82 |
| Portland.......... | 0,63 | 0,62 | 0,79 |
| Portsmouth ....... | 1,43 | 1,40 | 1,78 |
| Folkestone ........ | 2,44 | 1,06 | 1,18 |
| Douvres............ | 2,23 | 1,04 | 1,05 |
| Saint-Servan....... | 3,80 | 0,67 | 1,00 |
| Cherbourg ........ | 1,88 | 0,69 | 0,95 |
| Le Havre........... | 2,67 | 0,63 | 0,89 |

Si l'on considère les nombres de la dernière colonne, on constate que celui qui est relatif à Portsmouth est nettement aberrant, ce que l'on peut attribuer à la situation particulière de ce port. Douvres et Folkestone s'ouvrent sur le Pas-de-Calais, où le canal subit un étranglement qui trouble certainement la marée.

Il reste les cinq valeurs relatives à Penzance, Portland, Saint-Servan, Cherbourg et Le Havre, dont la moyenne est $0^m,89$ et dont les écarts à la moyenne ne dépassent pas $0^m,11$. Cette concordance approximative, réalisée malgré la configuration irrégulière des côtes de la Manche, paraît apporter une nouvelle preuve à l'appui de la théorie amphidromique.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Structure générale d'une théorie unitaire des champs gravifique, électromagnétique et mésonique.* Note [1] de Mme **Marie-Antoinette Tonnelat.**

Schrödinger a imaginé plusieurs théories destinées à unifier les champs gravifique, électromagnétique et mésonique [2]. Nous nous proposons de reprendre la question d'une manière quelque peu différente, d'une part sans

(¹) Cf. Publication spéciale n° 26 du *Bureau Hydrographique International*, Monaco, décembre 1930.

(¹) Séance du 8 avril 1946.

(²) *Proc. of the Roy. Ir. Acad.*, **49**, A-3, 1943, p. 43; **49**, A-16, 1944, p. 275.

restreindre au départ la forme de la connexion affine, d'autre part en supposant que la fonction d'action dépend des trois tenseurs antisymétriques simples qu'on peut former dans une telle variété et, en outre, du vecteur $\Lambda_\mu$.

Considérons une variété dont la connexion affine est définie par les coefficients

$$\Delta^\rho_{\mu\nu} = \Gamma^\rho_{\mu\nu} + \frac{1}{2}\Lambda^\rho_{\mu\nu}, \tag{1}$$

$\Gamma$ et $\Lambda$ étant respectivement symétrique et antisymétrique en $\mu$, $\nu$. On peut définir dans cette variété un tenseur symétrique

$$K_{\mu\nu} = \frac{1}{2}(R_{\mu\nu} + R_{\nu\mu}), \tag{2}$$

et trois tenseurs antisymétriques indépendants

$$S_{\mu\nu} = \frac{1}{2}(R_{\mu\nu} - R_{\nu\mu}) = \frac{1}{2}(\partial_\nu \Delta^\rho_{\mu\rho} - \partial_\mu \Delta^\rho_{\nu\rho}) - \frac{1}{2}\Lambda^\rho_{\mu\nu;\rho}, \tag{3}$$

$$T_{\mu\nu} = \partial_\mu \Delta^\rho_{\rho\nu} - \partial_\nu \Delta^\rho_{\rho\mu}, \tag{4}$$

$$F_{\mu\nu} = \partial_\mu \Lambda^\rho_{\nu\rho} - \partial_\nu \Lambda^\rho_{\mu\rho}; \tag{5}$$

$R_{\mu\nu}$ est le tenseur de courbure contracté formé à partir des $\Delta$. : et ; désignent les dérivées covariantes écrites à l'aide des $\Delta$ et des $\Gamma$.

Pratiquement, nous utiliserons $F_{\mu\nu}$, $S_{\mu\nu}$ et la combinaison linéaire

$$P_{\mu\nu} = -\frac{3}{2}T_{\mu\nu} - 2F_{\mu\nu}. \tag{6}$$

Supposons qu'une fonction d'action $\mathcal{A}$ dépende des $\Delta$ par l'intermédiaire de $K_{\mu\nu}$, $S_{\mu\nu}$, $P_{\mu\nu}$, $F_{\mu\nu}$ et aussi de $\Lambda_\mu = \Lambda^\rho_{\mu\rho}$. Posons

$$\frac{\partial\mathcal{A}}{\partial K_{\mu\nu}} = \frac{1}{2}\mathcal{G}^{\mu\nu}, \qquad \frac{\partial\mathcal{A}}{\partial S_{\mu\nu}} = \frac{1}{2}\mathcal{S}^{\mu\nu}, \qquad \frac{\partial\mathcal{A}}{\partial F_{\mu\nu}} = \frac{1}{2}\mathcal{F}^{\mu\nu}, \qquad \frac{\partial\mathcal{A}}{\partial P_{\mu\nu}} = \frac{1}{2}\mathcal{P}^{\mu\nu}, \qquad \frac{\partial\mathcal{A}}{\partial \Lambda_\mu} = \mathcal{C}^\mu.$$

Le principe variationnel

$$\delta\int \mathcal{A}\,d\tau = 0$$

nous conduit, après des calculs dont la forme est classique ([3]), à la relation

$$\partial_\rho(\mathcal{S}^{\rho\mu} + 3\mathcal{F}^{\rho\mu}) = 3\mathcal{C}^\mu$$

et à l'expression des coefficients de connexion affine en fonction de $\mathcal{S}^{\mu\nu}$, $P^{\mu\nu}$, $\mathcal{F}^{\mu\nu}$ et $\Lambda_\mu$.

Les résultats montrent que la condition $\mathcal{S}^{\mu\nu} = 0$ est suffisante pour que la

---

([3]) Cf. en particulier H. Eyraud (*Thèse de doctorat*, 1926) qui, en utilisant un seul tenseur antisymétrique, mais des coefficients $\Delta$ quelconques, effectue complètement ces calculs.

connection $\Lambda^{\rho}_{\mu\nu} = -(1/3)[\delta^{\rho}_{\mu}\Lambda_{\nu} - \delta^{\rho}_{\nu}\Lambda_{\mu}]$ soit réalisée. En d'autres termes, la *condition intermédiaire de symétrie* que Schrödinger postule dans sa deuxième théorie est automatiquement réalisée quand la fonction d'action ne dépend pas du champ $S_{\mu\nu}$.

Plaçons-nous dans cette hypothèse. La partie symétrique des coefficients de connexion est alors

$$(7)\qquad \Gamma^{\rho}_{\mu\nu} = \left\{ {\rho \atop \mu\nu} \right\} - \frac{1}{6}(\delta^{\rho}_{\mu}\Lambda_{\nu} + \delta^{\rho}_{\nu}\Lambda_{\mu}) + \frac{1}{2}(\delta^{\rho}_{\mu}P_{\nu} + \delta^{\rho}_{\nu}P_{\mu} - 3g_{\mu\nu}P^{\rho}),$$

en posant

$$\sqrt{-g}\,P^{\mu} = \mathfrak{P}^{\mu} = \partial_{\rho}\mathfrak{P}^{\rho\mu}.$$

Le calcul des coefficients de connexion est immédiat d'après (1). En remplaçant ces coefficients par leur valeur dans les expressions (5) et (6) de $F_{\mu\nu}$ et de $P_{\mu\nu}$, on trouve alors

$$(8)\qquad F_{\mu\nu} = \partial_{\mu}\Lambda_{\nu} - \partial_{\nu}\Lambda_{\mu},\qquad P_{\mu\nu} = -\frac{3}{2}(\partial_{\mu}P_{\nu} - \partial_{\nu}P_{\mu}),$$

définitions qu'il convient d'associer aux équations en divergence

$$(9)\qquad \partial_{\rho}\mathfrak{P}^{\rho\mu} = P^{\mu},\qquad \partial_{\rho}\mathfrak{F}^{\rho\mu} = \mathfrak{C}^{\mu},$$

qui comportent toutes deux des seconds membres. Notons toutefois que $P^{\mu}$ et $\mathfrak{C}^{\mu}$ s'introduisent tout à fait différemment, le dernier n'apparaissant qu'en vertu de la présence de $\Lambda_{\mu}$ dans la fonction d'action.

D'autre part, en remplaçant $\Delta$ par sa valeur dans l'expression du tenseur symétrique $K_{\mu\nu}$ on trouve

$$(10)\qquad K_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}K = G_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}G - \frac{3}{2}\left(P_{\mu}P_{\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}P_{\rho}P^{\rho}\right),$$

$G_{\mu\nu}$ est le tenseur de courbure formé à l'aide des $\{\ \}$. Pour avoir la loi d'Enstein

$$(11)\qquad G_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}G = \lambda\hat{g}_{\mu\nu} + \varkappa T_{\mu\nu}\ \text{(}^{1}\text{)};$$

il faut donc poser

$$(12)\qquad \frac{8\pi G}{c^2}\hat{T}_{\mu\nu} = K_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}K + \frac{3}{2}\left(P_{\mu}P_{\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}P_{\rho}P^{\rho}\right) - \lambda\hat{g}_{\mu\nu}.$$

Pour poursuivre la théorie, il est alors nécessaire de préciser la forme de la fonction d'action.

---

[1] Reprenant une notation de Schrödinger, nous désignerons par $\wedge$ les grandeurs physiques, c'est-à-dire les grandeurs exprimées en unités cm/gr/cm/$c$.

ACOUSTIQUE. — *Sur la dispersion des ultrasons dans le sulfure de carbone.* Note (1) de M. **Ouang Te-Tchao**, présentée par M. Paul Langevin.

L'ordre de grandeur de la dispersion de vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans les liquides est très petit par rapport aux gaz; d'après Kneser (2) la variation relative de la vitesse de propagation des ultrasons entre les fréquences $3.10^6$ et $15,4.10^6$ cycles par sec. est de l'ordre de 1/1000 à 1/10000 dans l'eau, le benzène, le toluène, le xylène et l'acétate de méthyle. Parthasarathy (3) a déterminé la dispersion de vitesse des ultrasons dans 16 liquides différents entre $7.10^6$ et $20.10^6$ cycles par sec. Il n'a pu constater de dispersion notable, mais il a observé plus tard (4) que certains liquides présentent une dispersion entre $3,5.10^6$ et $14,5.10^6$ cycles par sec. (benzène, acétate de méthyle etc). Par contre le toluène et le xylène ont la même vitesse de propagation pour ces deux fréquences.

Le sulfure de carbone présentant une anomalie d'absorption, nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étudier pour ce liquide la variation de la vitesse de propagation en fonction de la fréquence.

La méthode de diffraction de la lumière, de Lucas-Biquard-Debye-Sears, est probablement la plus précise et la plus simple pour ces mesures de vitesse. Des précautions ont été prises, en particulier, pour le contrôle de la température. D'après Freyer, Hubbard et Andrews (5), la variation de vitesse avec la température est $\Delta V/\Delta T = -3^m,25$ par degré. Pour éviter l'échauffement du liquide, nous avons utilisé de très faibles puissances. Un essai préalable montre que la température du liquide immédiatement au contact du quartz émetteur ne monte que de 1/100 °C. par minute. La source de lumière utilisée est un arc à vapeur de mercure dont nous avons isolé la raie 5461 Å. La fréquence N des ultrasons a été mesurée à l'aide d'un ondemètre de haute précision (à 1/2000 près).

Le tableau ci-dessous représente ces résultats observés :

| $N.10^3$. | Température (°C.). | V (m/s). | $\text{Log}_e N$. | $[(V_0 - V)/V_0].10^{-2}$. |
|---|---|---|---|---|
| 400....... | 14,6 | 1175,5 | 6,02 | 0 |
| 732,8...... | 14,6 | 1172,5 | 6,59 | 0,25 |
| 925,4..... | 14,6 | 1171,5 | 6,84 | 0,34 |
| 1171,6..... | 14,6 | 1166,6 | 7,06 | 0,75 |
| 1360....... | 14,6 | 1149,9 | 7,21 | 2,20 |
| 414 (*a*)... | 20 | 1158,0 | – | – |
| 7320 (*b*)... | 23 | 1149,0 | – | – |

(*a*) Mesures effectuées par Freyer, Hubbard et Andrews.
(*b*) » » Parthasarathy.

(1) Séance du 8 avril 1946.
(2) *Ann. der Phys.*, **32**, 1938, p. 277.
(3) *Proc. Ind. Acad. Scien.*, **4**, 1936, p. 17.
(4) *Current Scien.*, **6**, 1937, p. 55.
(5) *Ann. Chim. Soc.*, **51**, 1929, p. 759.

Pour une fréquence de $1,36.10^6$, la variation relative de vitesse est supérieure à 2 %. Des expériences à des fréquences plus élevées sont en cours.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'existence du groupe d'ensembles à n mailles indépendantes ayant les mêmes fréquences propres qu'un ensemble donné à n mailles et dont la somme des paramètres totaux de chaque espèce (self-inductances, élasticités ou résistances) est égale à la somme des paramètres totaux de même espèce de l'ensemble initial.* Note de M. **Maurice Parodi**.

Nous raisonnerons sur les self-inductances; tout ce que nous dirons se reproduira identiquement pour les résistances et les élasticités.

I. Soient, en adoptant les notations de publications antérieures [1], $T=(l_{ij})$ la matrice, d'ordre $n$, des self-inductances de l'ensemble initial et $T'=(l'_{ij})=A'TA$ la matrice afférente à un ensemble à $n$ mailles déduit du précédent par une transformation linéaire de matrice A, d'ordre $n$.

Nous savons que les ensembles déduits par la transformation A de l'ensemble initial (défini par les matrices d'ordre $n$, T, U, F) ont les mêmes fréquences propres que cet ensemble. Cherchons la forme particulière que doit revêtir A pour que la condition imposée

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ii}=\sum_{1}^{n} l'_{ii}$$

soit satisfaite.

Le polynome caractéristique de T est $f(\lambda)=\text{dét}(T-\lambda)$, où

$$\lambda=\begin{pmatrix} \lambda & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \lambda \end{pmatrix}$$

et celui relatif à T'

$$g(\lambda)=\text{dét}(T'-\lambda)=\text{dét}(A'TA-\lambda).$$

Or on peut écrire

$$\lambda=A^{-1}\lambda A;$$

il vient donc

$$g(\lambda)=\text{dét}(A'TA-A^{-1}\lambda A).$$

Supposons que la matrice A soit *orthogonale*; nous aurons

$$A'A=AA'=\mathcal{I},$$

$\mathcal{I}$ étant la matrice unité, et nous pourrons écrire

$$g(\lambda)=\text{dét}(A^{-1}TA-A^{-1}\lambda A)=\text{dét}\,A^{-1}\times\text{dét}\,A\times\text{dét}(T-\lambda)=f(\lambda).$$

---

[1] *Comptes rendus*, 222, 1946, pp. 281 et 379.

En raison de l'identité de $f(\lambda)$ et $g(\lambda)$, nous obtiendrons

$$\sum_{i=1}^{n} l_{ii} = \sum_{i=1}^{n} l'_{ii}.$$

*Ainsi la transformation qui permet d'obtenir les ensembles cherchés est une transformation orthogonale.*

Les paramètres de cette transformation devront être choisis de façon que le réseau correspondant à la matrice T′ soit réalisable. Les conditions suffisantes pour qu'il en soit ainsi sont ([2]) :

$$l'_{ii} > 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

$$l'_{ii} \geqq \sum_{j} |l'_{ij}| \qquad (j = 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, n),$$

pour $i = 1, 2, \ldots, n$.

*Remarque.* — Dans le cas particulier où la transformation orthogonale A réduit T à la forme canonique, on voit, en s'appuyant sur les résultats précédents, que la somme des self-inductances *propres* des mailles du nouveau réseau est alors égale à la somme des self-inductances totales des mailles de l'ensemble initial.

II. On pourrait se poser un problème analogue au précédent en ajoutant la condition supplémentaire : le groupe d'ensembles possède non seulement les mêmes fréquences propres, mais encore la même impédance d'entrée. On sait que, dans ce cas ([3]), la matrice de transformation A doit être du type

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \ldots & a_{2n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \ldots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

et la condition d'orthogonalité $A'A = \mathcal{I}$, liée à la constance de la somme des self-inductances totales, conduit à donner à A la forme

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & \ldots & 0 \\ 0 & a_{22} & a_{23} & \ldots & a_{2n} \\ . & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & a_{n2} & a_{n3} & \ldots & a_{nn} \end{pmatrix},$$

la matrice

$$\begin{pmatrix} a_{22} & a_{23} & \ldots & a_{2n} \\ a_{32} & a_{33} & \ldots & a_{3n} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{n2} & a_{n3} & \ldots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

étant orthogonale.

---

([2]) Clark, *Bull. Amer. Math. Soc.*, 47, 1941, p. 769.

([3]) Nathan Howitt, *Phys. Rev.*, 37, 1931, p. 1583; voir aussi M. Parodi, *Journ. de Physique* (sous presse).

PHYSIQUE CORPUSCULAIRE — *Sur les collisions des positons avec les négatons.* Note [1] de Mlle **Ho Zah-Wei**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Dans les collisions de négatons entre eux, il est impossible de distinguer les primaires de ceux de recul; on ne peut par conséquent pas séparer les cas de faible échange d'énergie (petit angle de diffusion $\theta$) de ceux de fort échange d'énergie [grand angle de diffusion $\sim(\pi/2)-\theta$]. Ce sont précisément ces derniers cas qui présentent un grand intérêt théorique, car les distances d'approche entre les deux particules sont de l'ordre du rayon classique de l'électron, et l'on peut s'attendre à la déviation de la loi d'interaction coulombienne. Pour les collisions entre positons et négatons, les trajectoires dans un appareil Wilson avec un champ magnétique peuvent, au contraire, être distinguées suivant le sens de la courbure. Les collisions de ce genre n'ont pas encore été signalées.

Au cours des expériences sur les spectres $\beta^+$ de ${}^{52}_{25}\mathrm{Mn}$, *nous avons observé,*

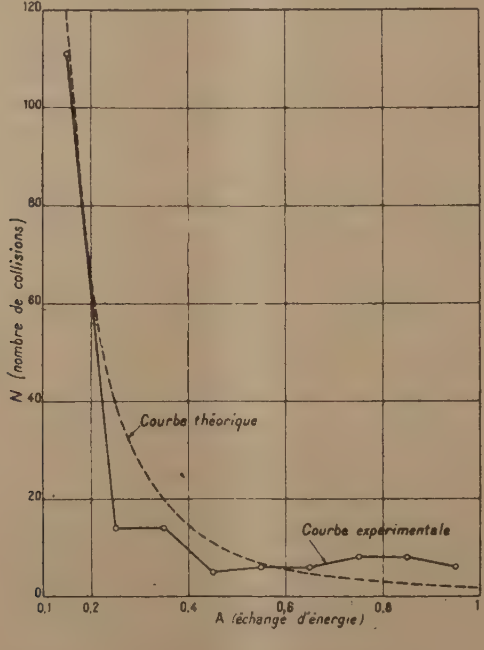



Fig. 1.

*pour la première fois, un grand nombre de collisions de positons avec les négatons sans annihilation.* L'appareil Wilson utilisé a été rempli d'air à une pression initiale de 1,9 atm., le champ magnétique étant environ 900 gauss. La source

[1] Séance du 15 avril 1946.

de $^{52}_{25}Mn$, préparée par la réaction $Fe(d, \alpha)Mn$, a été placée à l'intérieur de l'appareil et les trajectoires ont été photographiées stéréoscopiquement, leur énergie étant mesurée soit par le rayon de courbure, soit par le vrai parcours (pour les électrons de faible énergie). Dans l'ensemble les conservations d'énergie et de quantité de mouvement sont maintenues dans les limites d'erreurs expérimentales.

Dans une longueur totale de 170$^m$ de trajectoires mesurées, correspondant à 2774 positons, dont les énergies initiales varient de 25 à 800 ekV, *nous avons observé* 178 *collisions avec l'échange d'énergie* (A) *plus grand que* 10 % [$A = (E_0^+ - E_1^+)/E_0^+ = E_1^-/E_0^+$, où $E_0^+$, $E_1^+$ et $E_1^-$ sont les énergies du positon primaire, du positon après le choc et du négaton de recul] dont la statistique est représentée dans la figure 1.

Les calculs théoriques, basés sur la théorie du positon de Dirac, ont été développés indépendamment par Bhabha et Bothe ([2]). Ce dernier a donné, pour le nombre de collisions N pour une longueur totale des trajectoires observées $l$, l'expression

$$N = nl\frac{\pi}{2}\left(\frac{e^2}{mv^2\gamma^2}\right)^2 \sin\theta'\,\Delta\theta'(\gamma+1)(P_I + P_{II} + P_A), \tag{1}$$

avec

$$P_I = \frac{2\gamma^2}{\sin^4\frac{\theta'}{2}} - \frac{2(\gamma^2-1)}{\sin^2\frac{\theta'}{2}} + (\gamma-1)^2;$$

$$P_{II} = \left(\frac{\gamma-1}{\gamma+1}\right)^2 \left\{\gamma^2 + 2\gamma + 3 - \frac{1}{2}(\gamma-1)^2\sin^2\theta'\right\};$$

$$P_A = -2\frac{\gamma-1}{\gamma+1}\left\{\frac{\gamma(\gamma+2)}{\sin^2\frac{\theta'}{2}} - 2(\gamma^2-1) + (\gamma-1)^2\sin^2\frac{\theta'}{2}\right\},$$

où $\theta'$ et $\Delta\theta'$ sont l'angle et l'intervalle de l'angle de diffusion du positon dans le système du centre de gravité;

$v = \beta C$, la vitesse du positon dans le système du laboratoire;

$\gamma = \sqrt{1-\beta^2}$; $n$, le nombre d'électrons par centimètre cube du gaz contenu dans l'appareil; l'échange d'énergie étant lié à l'angle de diffusion par la relation

$$\sin^2\frac{\theta'}{2} = A \quad \text{et} \quad \sin\theta'\,\Delta\theta' = 2\,\Delta A.$$

Dans (1) $P_I$ correspond au cas où le positon et le négaton sont considérés comme deux particules de charges opposées, régies par les forces coulombiennes; $P_{II}$ correspond à l'annihilation de la paire initiale d'électrons et la

---

([2]) H. J. Bhabha, *Proc. Roy. Soc.*, 154, 1936, p. 195; W. Bothe (sous presse).

création simultanée d'une nouvelle paire; $P_A$ correspond à l'interférence de deux termes précédents.

La comparaison des valeurs théoriques de N calculées d'après (1) avec les

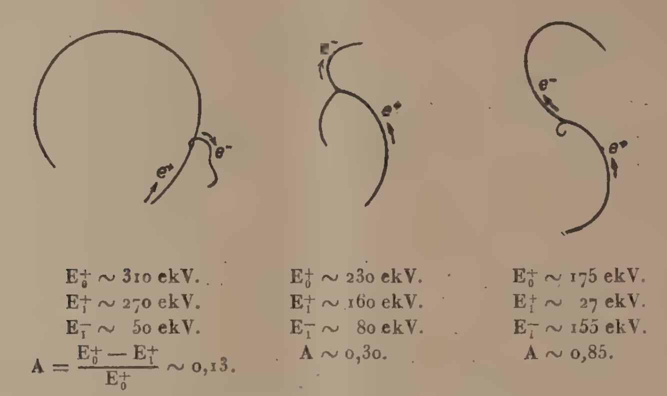



Fig. 2. — Quelques exemples de collisions avec différentes valeurs de l'échange d'énergie A.

données expérimentales montre un bon accord entre la théorie et l'expérience, compte tenu de l'insuffisance des statistiques. *Néanmoins, on remarque que les valeurs expérimentales sont nettement supérieures aux valeurs calculées pour les cas de fort échange d'énergie* ($A > 0,5$), *dans lesquels les mesures expérimentales sont plus précises*. D'autres expériences dans des domaines différents d'énergie sont nécessaires pour élucider cette anomalie, les mesures rapportées ici ayant été effectuées sur des positons d'énergie inférieure à 0,8 MeV.

MAGNÉTISME. — *Préparation et propriétés magnétiques du composé défini* $Fe_4N$. Note [1] de MM. **Charles Guillaud** et **Henri Creveaux**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le fer *Armco* utilisé est en poudre. Il est d'abord purifié par un chauffage à 1200°C., dans un courant d'hydrogène très pur, débarrassé en particulier d'oxygène. Puis il est chauffé à 550°C., dans un courant d'hydrogène et d'ammoniac. En faisant varier la proportion d'ammoniac contenu dans le mélange, on obtient des azotures de titres différents. Pour notre étude nous en avons préparé qui renfermaient de 5,50 % à 6,30 % d'azote. ($Fe_4N$ contient 5,90 % d'azote).

Leur homogénéité a été vérifiée par des mesures magnétiques. Dans les conditions de notre préparation, on obtient des azotures homogènes par des

---

[1] Séance du 6 mai 1946.

temps de chauffe de 4 heures environ. La teneur en azote est connue par simples pesées, avant et après la nitruration.

*Propriétés magnétiques.* — Nous avons obtenu un composé de composition proche de celle de $Fe_4N$ à un millième près. Ce sont les résultats de son étude magnétique que nous publions ci-dessous.

Les courbes (*fig.* 1) donnent l'aimantation spécifique $\sigma$ en fonction du champ

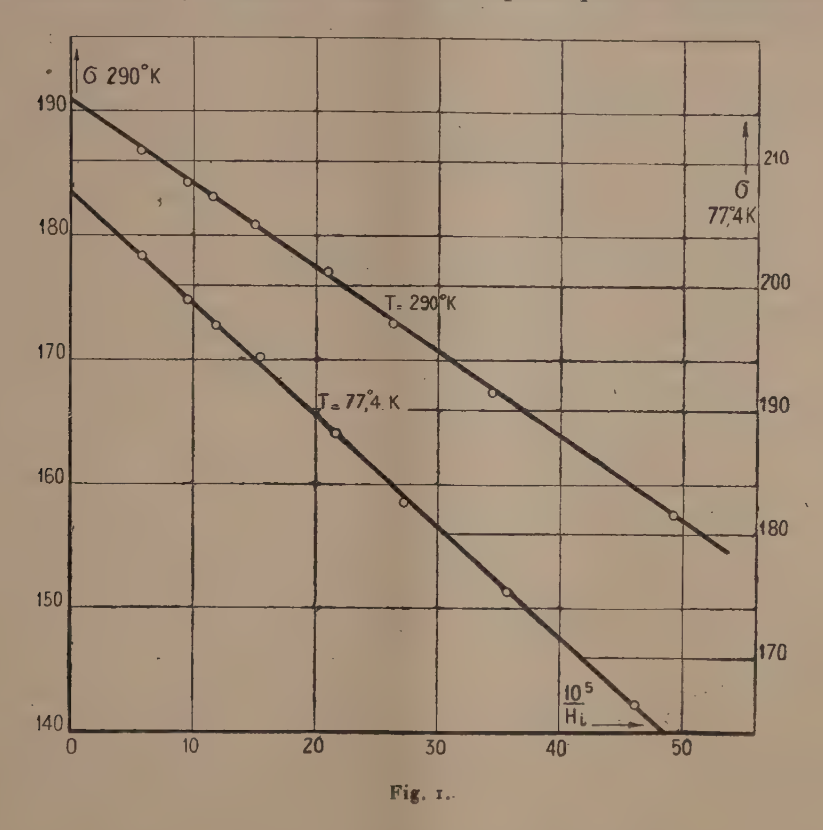



Fig. 1.

intérieur $H_i$. Depuis les plus basses températures jusqu'à 290°K. nous avons vérifié la validité de la loi d'approche $\sigma_H = \sigma_\infty(1 - a/H)$. La valeur de $a$ est particulièrement élevée; $a = 356$ à la température ordinaire et $a = 420$ à la température de 77°K. Le fer ayant servi à la préparation de ce composé avait un coefficient $a$ de 300.

La courbe (*fig.* 2) montre qu'aux basses températures l'aimantation $\sigma$ varie linéairement en fonction de $T^2$.

Nous trouvons pour l'aimantation spécifique absolue

$$\sigma_{\infty,0^\circ K} = 208,5,$$

d'où

$$\sigma_{at} = 49491,2.$$

Le moment de l'atome de fer entrant dans la molécule, en supposant les 4 atomes identiques, est donc de

$$n = \frac{49491,2}{4 \times 1125,6} = 10,99\,\mu_W \quad \text{(magnétons de Weiss).}$$

Ce qui donne pour l'atome de fer de $Fe_4N$ le même moment que pour le fer pur.

Le point de Curie de ce composé est à 488°C.

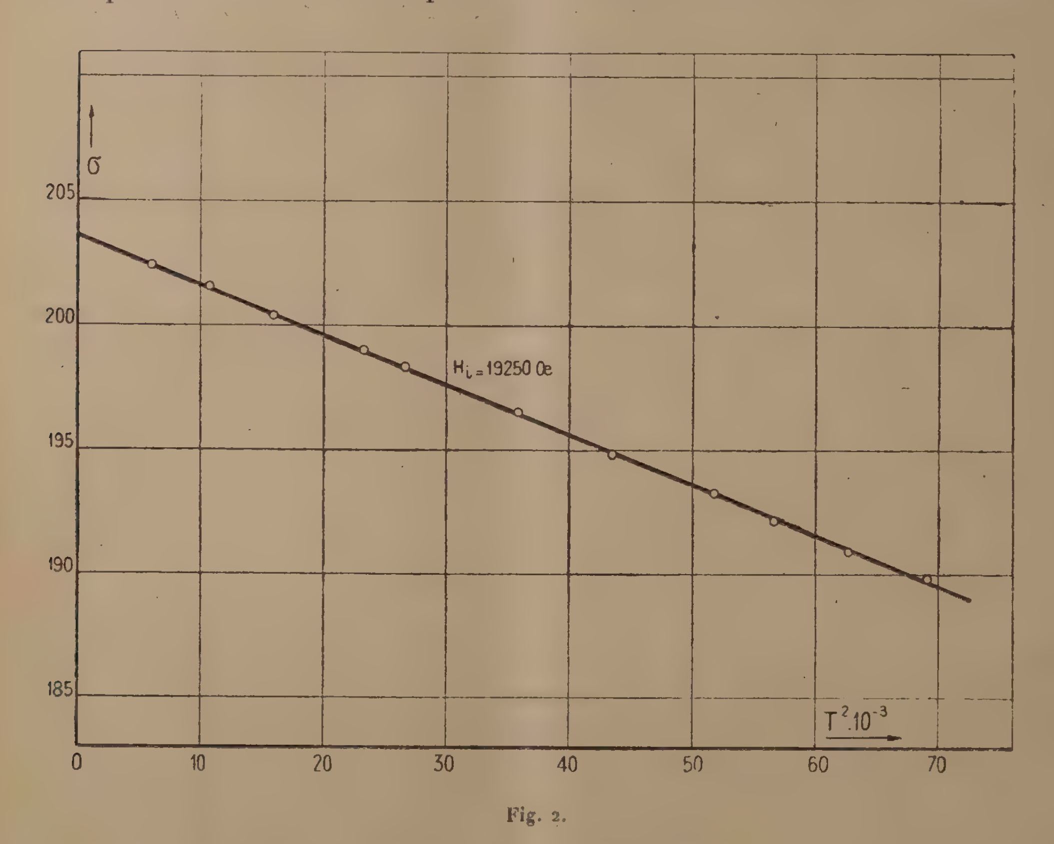



Fig. 2.

La courbe donnant les moments en fonction du titre montre qu'entre 5,7 et 6 % environ d'azote, nous nous trouvons en présence d'une seule phase $\gamma'$. L'azoture de fer cristallise dans le réseau du cube à faces centrées. La distance Fe—Fe est de 2,67 Å. Le fer $\gamma$ qui cristallise dans le même réseau n'est pas ferromagnétique; la distance Fe—Fe n'est alors que de 2,57 Å.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur une propriété des mélanges de pentachlorure et de pentabromure de phosphore. Nouvelle préparation des chlorobromures de phosphoryle. Préparation et propriétés du fluorochlorobromure de phosphoryle.* Note de M<sup>lle</sup> **Marie-Louise Delwaulle** et M. **Félix François**, présentée par M. Paul Pascal.

Pour préparer POFClBr nous avions besoin de quantités assez importantes de $POClBr_2$. La préparation de Besson [1], qui fait réagir vers 500° l'acide bromhydrique sur $POCl_3$, donne de mauvais rendements. L'action de l'acide acétique, des alcools, de l'acétone sur $PBr_5$ constituant un excellent mode de préparation de $POBr_3$, nous avons pensé qu'il serait avantageux, pour préparer les chlorobromures de phosphoryle, d'appliquer les mêmes procédés aux composés pentahalogénés chlorobromés du phosphore.

L'action sous refroidissement du brome sur $PCl_3$ donne des cristaux rouges auxquels Wichelhaus [2] attribue la formule $PCl_3Br_2$. Nous avons attaqué ces cristaux par l'acide acétique, espérant obtenir un seul oxychlorobromure. En fait, on obtient la série complète $POCl_3$, $POCl_2Br$, $POClBr_2$, $POBr_3$. La réaction a lieu à la température ordinaire et sans dégagement de chaleur : il est donc probable que, même à cette température, les cristaux rouges sont constitués par un mélange de dérivés pentahalogénés chlorobromés du phosphore. Il y a probablement syncristallisation, car les cristaux rouges semblent homogènes. Nous avons alors essayé l'action de l'acide acétique, des alcools, de l'acétone sur les mélanges de $PCl_5$ et $PBr_5$ intimement broyés ensemble. Ici encore nous avons obtenu la série complète $POCl_3$, $POCl_2Br$, $POClBr_2$, $POBr_3$ avec des quantités importantes des deux oxychlorobromures. Nous avons déjà vérifié que $POCl_3$ et $POBr_3$ étaient sans action l'un sur l'autre même à 110°. L'acide bromhydrique gazeux ne réagit sur $POCl_3$ qu'à température élevée. L'acide bromhydrique naissant est lui aussi sans action, car du chlorure de phosphoryle présent à côté de $PBr_5$ reste inaltéré dans l'action de l'acide acétique sur ce dernier corps. Il faut donc admettre que, lors du mélange des deux solides, il s'est formé des dérivés pentahalogénés chlorobromés du phosphore.

Les halogénures de phosphoryle sont miscibles avec les halogénures d'acétyle, les halogénures d'alcoyles, les dérivés dihalogénés des carbures saturés. Le chloro-dibromure $POClBr_2$, un peu souillé par $POClBr_2$ et $POBr_3$, a été extrait du mélange obtenu, par distillation fractionnée sous pression réduite (environ 70$^{mm}$ de mercure).

---

(1) *Comptes rendus*, **122**, 1896, p. 814.
(2) *Ber. d. chem. Ges.*, **1**, 1868, p. 77.

*Préparation et propriétés de* POFClBr. — Ce composé n'a pas encore été signalé. Nous l'avons obtenu par action de $SbF_3$ sur $POClBr_2$.

Le procédé est analogue à celui utilisé par Booth pour préparer les oxybromofluorures ([3]). Le rendement est mauvais, car la fluoration donne surtout des dérivés di- et trifluorés. En chauffant vers 80°, sous une pression de $100^{mm}$, du $POClBr_2$ ($52^g$) qu'on additionne progressivement de $SbF_3$($22^g$), on condense dans un tube en U refroidi à —60° environ $3^{cm^3}$ d'un produit contenant, à côté des produits non fluorés entraînés, un peu de $POFCl_2$ et de $POFBr_2$ et à peu près $0^{cm^3},5$ de POFClBr. Après un certain nombre d'opérations, on effectue plusieurs distillations fractionnées successives, ce qui permet d'isoler le composé cherché POFClBr. C'est un liquide incolore bouillant à 79-80° sous $765^{mm}$, de densité 1,87 et fumant à l'air. Il est décomposé violemment par l'eau et les solutions alcalines; cependant ces réactions ne deviennent complètes que très péniblement, comme Booth l'avait déjà remarqué pour $POFBr_2$ ([3]). Un dosage du chlore et du brome par l'azotate d'argent, peu de temps après la dissolution dans la soude, montre un déficit en halogénure qui atteint 12 à 15 %.

*Fréquences en* $cm^{-1}$ (modes de vibration).

| | | $\delta_1$. | $\delta_2$. | $\delta_3$. | $\delta_4$. | $\delta_5$. | $\nu_1$. | $\nu_2$. | $\nu_3$. | $\nu_4$. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $POFCl_2$. | | 207 | 254 | 330 | 372 | 386 | 547 | 620 | 894 | 1331 |
| | J... | 3,6 | 1,8 | 1 | 3,4 | 5,5 | 10 | f | f | M |
| | ρ... | 0,55 | 6/7 | 0,6 | 6/7 | 0,3 | 0,05 | 6/7 | 0,45 | pol. |
| POFClBr. | | 173 | 233 | 298 | 311 | 372 | 495 | 590 | 890 | 1319 |
| | J... | 15 | 4 | 17 | 11 | 11 | 10 | f | f | M |
| | ρ... | 0,7 | 0,8 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | pol. | pol. | 0,2 |
| $POFBr_2$. | | 134 | 220 | 273 | 291 | 306 | 466 | 538 | 880 | 1303 |
| | J... | 21 | 3 | 4 | 9,5 | 30 | 10 | f | f | M |
| | ρ... | 0,6 | 6/7 | 0,5 | 6/7 | 0,15 | $<0,1$ | 6/7 | $<0,5$ | $<0,4$ |
| | | | | | | | | | raie P-F | raie P-O |

Pour l'analyse de la substance, chlore et brome ont été dosés suivant la méthode d'attaque au rouge par la chaux classiquement utilisée en chimie organique, le phosphore a été dosé à l'état de phosphomolybdate après destruction de la substance en tube scellé vers 250° par l'acide azotique fumant. (Chlore, trouvé 19,2 %; calculé 19,5 %. Brome, trouvé 43,1 %; calculé 44,0 %. Phosphore, trouvé 17,3 %; calculé 17,0 %).

*Spectre Raman de* POFClBr. — Il comporte neuf fréquences toutes polarisées, ce qui caractérise bien un édifice tétraédrique AXYZT dépourvu d'élément de symétrie.

En encadrant ce spectre par ceux des molécules de $POFBr_2$ et de $POFCl_2$ (voir le tableau), on remarque la fixité de la raie P—O et de la raie P—F. L'alourdissement de la molécule par le remplacement successif d'un, puis de

(3) Booth et Seegmiller, *J. Amer. Chem. Soc.*, **61**, 1939, p. 3120.

deux chlores par du brome, diminue la valeur des autres fréquences, ce qui est naturel. Le spectre de POFClBr est donc tout à fait conforme à ce qu'on pouvait attendre.

C'est l'apparition des principales fréquences de son spectre, notamment des fréquences $\delta_1$ et $\nu_1$ bien encadrées par les fréquences correspondantes de $POFCl_2$ et $POFBr_2$, qui nous a permis de nous assurer dès la première fluoration que le produit cherché avait bien été obtenu. Lors des fractionnements, l'examen du spectre Raman nous a également été de la plus grande utilité.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude à 30° du système ternaire* $SO_4Cd$, $(HO)_2Cd$, $OH_2$. Note [1] de M. **Jean Byé**, présentée par M. Paul Pascal.

Les produits utilisés dans cette étude sont le sulfate de cadmium à 8/3 de $OH_2$ (produit R. P. pour analyse) et de l'hydroxyde de cadmium cristallisé préparé comme l'a indiqué de Schulten [2] (dissolution dans une solution concentrée et bouillante de potasse et cristallisation par refroidissement).

1° Les solutions obtenues, excepté les solutions extrêmement diluées, sont *neutres*. L'hydroxyde et les sulfates basiques de cadmium sont donc pratiquement insolubles dans les solutions de sulfate neutre. Il faut que la concentration du sel neutre descende jusqu'à 0,05 % pour que celle de l'hydroxyde atteigne 0,01 % environ.

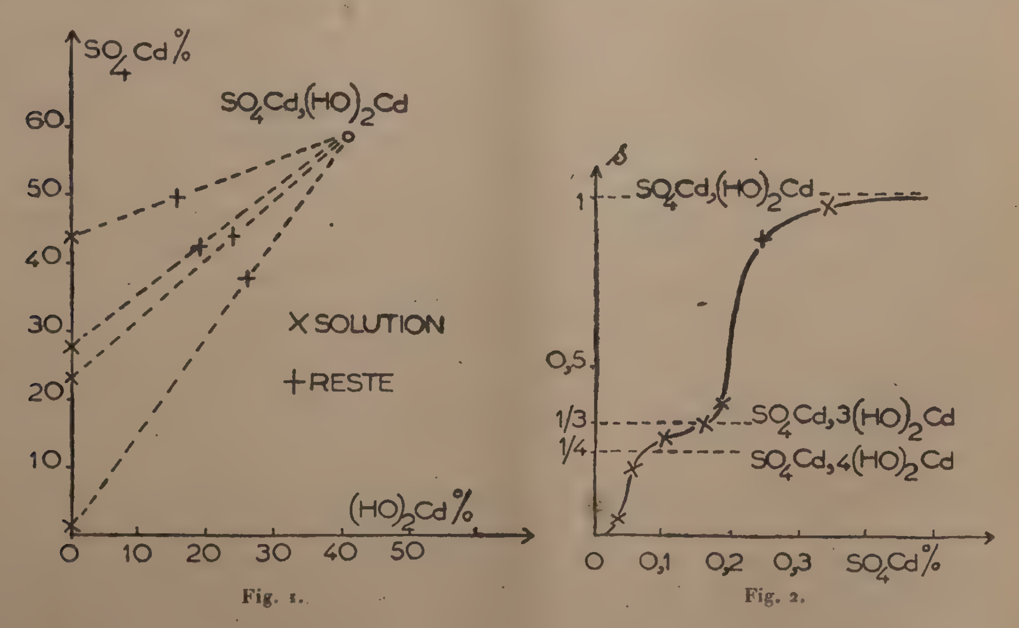



Fig. 1. Fig. 2.

2° La figure 1 représente les résultats relatifs aux concentrations supérieures

[1] Séance du 6 mai 1946.

[2] De Schulten, *Comptes rendus*, **101**, 1885, p. 72; **107**, 1888, p. 405.

à 1 %. Le seul sel basique qui se forme a pour composition $SO_4Cd$, $(HO)_2Cd$, sel déjà connu ([3]).

La solution la plus concentrée contient 43,6 %, alors que la saturation est 43,75 %. Il n'y a donc vraisemblablement pas de sel moins basique que le précédent.

3° Pour les solutions de concentration inférieure à 1 % (*fig.* 2), j'ai porté en abscisses la concentration de $SO_4Cd$ et en ordonnées le coefficient $s$ de la formule

$$(HO)_2Cd,\ s\,SO_4Cd,\ x\,OH_2,$$

qui représente la composition du reste. Étant donnée la forte dilution de la solution, $s$ doit avoir des valeurs très voisines pour le reste et pour le précipité exempt de solution mère. La figure 2 montre qu'il doit se former, en plus du sulfate basique ($s = 1$) identifié plus haut, un autre sel dont le coefficient $s$ est compris entre 1/4 et 1/3. La transition entre les deux sulfates basiques a lieu aux environs de 0,2 %, la transition entre le sulfate le plus basique et l'hydroxyde aux environs de 0,06 %.

L'étude systématique de la précipitation de solutions de sulfate de cadmium par la soude à 20° et 30° m'a montré que $s = 1/3$, ce qui correspond à un sel déjà décrit ([4]). Si, dans l'étude du système ternaire, le sel paraît plus basique, c'est parce qu'il reste de l'hydroxyde encore non attaqué par la solution de sulfate. Les équilibres sont en effet très lents à s'établir en solution très diluée. Si l'on agite ensemble de l'eau, de l'hydroxyde et du sulfate neutre, en proportions telles que l'on doive aboutir à la transition entre les deux sels basiques, la concentration de la solution décroît très lentement. Au bout de 40 jours j'ai obtenu une concentration de 0,25 %, supérieure ou égale à la concentration de transition. J'ai alors enlevé les 2/3 du liquide que j'ai remplacé par de l'eau. La concentration croît alors lentement. Au bout de 40 jours elle avait atteint 0,19 %, ce qui doit être inférieur ou égal à la concentration de transition. La valeur 0,2 % admise plus haut est donc acceptable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses de dérivés indoliques apparentés aux œstrogènes de la série de l'indène.* Note de M. **Charles Mentzer**, présentée par M. Marcel Delépine.

Partant du fait que, dans certaines substances organiques, il est possible de remplacer le groupement [—CH=CH—] par un [—$CH_2$—], un [—NH—], un [O] ou un [S] sans modifier sensiblement les propriétés physicochimiques et pharmacodynamiques de la molécule, nous avons pensé qu'il serait inté-

([3]) Athanasesco, *Comptes rendus*, **103**, 1886, p. 271; Grutzner, *Arch. Pharm.*, **236**, 1898, p. 380.

([4]) Pickering, *J. Chem. Soc.*, **91**, 1907, p. 1986; Harned, *J. Am. Chem. Soc.*, **39**, 1917, p. 252.

ressant de comparer à des corps fortement œstrogènes, comme (I) (1) et (II) (2), des substances telles que (III), dans lesquelles X″ est soit un [NH], soit un [O], soit un [S], R étant un radical aliphatique de 1 à 3 atomes de carbone.

(I) (II) (III)

Dans la Note présente, nous allons décrire quelques dérivés indoliques (X″ = [NH]), dont certains sont des corps nouveaux, alors que d'autres avaient été déjà préparés par une voie différente. La méthode de synthèse utilisée est une généralisation du procédé ayant permis à Nencki et Berlinerblau (3) d'obtenir le méthyl-2 indol par action de l'aniline sur la monochloracétone.

Cette méthode, très peu étudiée (4) vu les faibles rendements obtenus, est pratiquement tombée dans l'oubli depuis les publications classiques de E. Fischer (5) sur la synthèse des indols en partant des phénylhydrazones.

Cependant, Möhlau (6) ayant obtenu le phényl-2 indol par action de l'aniline sur la ω-bromacétophénone, il nous a paru intéressant d'appliquer un procédé analogue à la préparation des phényl-2 indols substitués dont nous avions besoin. Dans presque tous les cas ce procédé nous a donné entière satisfaction et nous permet maintenant de préparer les homologues de l'indol, bien plus facilement qu'avec la méthode de E. Fischer.

*Partie expérimentale* (en collaboration avec Dat Xuong). — En chauffant ensemble, pendant 5 minutes à 180°, $6^g,2$ de *p*-anisidine et $3^g,25$ de *p*-métoxy ω-bromacétophénone, nous avons obtenus $0^g,50$ de [*p*-méthoxyphényl]-2 méthoxy-5 indol, $C_{16}H_{15}O_2N$, (F 215°), déjà préparé avant nous par Korczynski et Kierzek (7), au moyen de la méthode de E. Fischer. En combinant de même la *m*-anisidine ($5^g$) avec l'α-bromo *p*-méthoxy propiophénone ($2^g,70$), nous avons obtenu, avec un rendement bien meilleur ($2^g,5$), le [*p*-méthoxyphényl] 2-méthyl-3 méthoxy-6 indol $C_{17}H_{17}O_2N$, F 136°, (N calc. 5,24 %, N trouvé 5,39 %).

---

(1) Dodds, Golberg, Lawson et Robinson, *Proc. Roy. Soc. London*, B, **127**, 1939, pp. 140-167.

(2) Salzer, *Z. physiol. Chem.*, 274, 1942, p. 39; Solmssen, *J. Am. Chem. Soc.*, 65, 1943, p. 2370; Silverman et Bogert, *Journ. of org. Chem.*, **11**, 1946, p. 34.

(3) *Fortschritte der Teerfarbenfabrikation*, **1**, 1886, p. 150.

(4) Voir Vladesco, *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, **6**, 1891, p. 826; Collet, *ibid.*, **17**, 1897, p. 74; Richard, *Comptes rendus*, **145**, 1907, p. 129.

(5) E. Fischer, *Ann. der Chem.*, **236**, 1886, p. 116.

(6) *Ber. d. chem. Ges.*, **14**, 1881, p. 173; **15**, 1882, p. 2480; voir aussi Wolff, *ibid.*, **21**, 1888, p. 123; Fischer et Schmidt, *ibid.*, **21**, 1888, p. 1811.

(7) *Gazzetta chimica italiana*, 55, 1925, p. 367.

Le même corps a pu être synthétisé par action de $Cl_2Zn$ sur la *m*-méthoxy-phényldrazone de la *p*-méthoxy-propiophénone, ce qui prouve que le noyau [*p*-méthoxy-phényle] se trouve bien en position 2 et non en 3 comme on aurait pu le prévoir. La réaction est moins nette avec les arylcétones dont la chaîne aliphatique renferme plus de 2 atomes de carbone. Ainsi 6g de *m*-anisidine et 3g,7 d'$\alpha$-bromo-*p*-méthoxy-butyrophénone ne conduisent qu'à 0g,20 de [*p*-méthoxyphényl]-2 éthyl-3 méthoxy-6 indol, $C_{18}H_{19}O_2N$, F 164-165° (N trouvé 5,01 %, N calc. 4,98 %) et avec une chaîne encore plus longue ($R = nC_3H_7$ ou $iC_3H_7$) on n'obtient que des goudrons.

Autres corps préparés : [*p*-méthoxy-phényl-2 éthyl-3 indol], $C_{17}H_{17}ON$, F 90° et [*p*-méthoxy-phényl]-2 méthyl-3 indol, $C_{16}H_{15}ON$, F 120° ([8]).

Signalons enfin que la méthode permet également de préparer très aisément un grand nombre d'esters d'acides indolcarboniques-3 jusqu'ici difficilement accessibles ou inconnus : ainsi l'aniline et le formylchloracétate d'éthyle chauffés ensemble conduisent à l'indolcarbonate d'éthyle-3 ($C_{11}H_{11}O_2N$) F 82°, la *p*-toluidine donne de même, avec d'excellents rendements, du méthyl-5 indolcarbonate d'éthyle-3, $C_{12}H_{13}O_2N$, F 97° (N calc. 6,89 %, N trouvé 6,21 %) et la *p*-anisidine aboutit au méthoxy-5 indolcarbonate d'éthyle-3, $C_{12}H_{13}O_3N$, F 97°.

Par contre l'$\alpha$-chloracétylacétate d'éthyle $CH_3COCHCl-COOC_2H_5$ ne réagit ni avec l'aniline ni avec la *p*-toluidine.

L'expérimentation physiologique des corps décrits est en cours.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Transformation de l'anatase en rutile.* Note ([1]) de M. Nguyen Thienchi, présentée par M. Paul Pascal.

On utilise de plus en plus le rutile dans la fabrication de produits céramiques à usages radioélectriques, à cause de sa constante diélectrique élevée et des pertes diélectriques très faibles qu'il permet d'atteindre. La matière première est généralement de l'anatase, que la cuisson transforme en rutile. Le passage d'une variété à l'autre dépend de la température et de la durée de cuisson, mais aussi de la nature physicochimique de l'oxyde et de la pression de moulage des échantillons. Nous avons suivi la transformation à l'aide de diagrammes Debye-Scherrer (radiation $CuK\alpha$) : un étalonnage préalable a montré qu'on pouvait discerner 3 % de rutile dans un échantillon d'anatase et inversement. On part d'un oxyde commercial très pur (99 % de $TiO_2$) à structure d'anatase. Les échantillons sont des disques de 0g,5 et de 1cm² de section. La transmission de la pression est améliorée par la petitesse des échantillons et aussi par l'emploi d'un liant organique (10 % d'urée évacuée avant cuisson par chauffage lent jusqu'à 400°C). On moule les disques aux pressions de 1, 4 et 7 t/cm². On les cuit simultanément à 850° ± 5° pendant

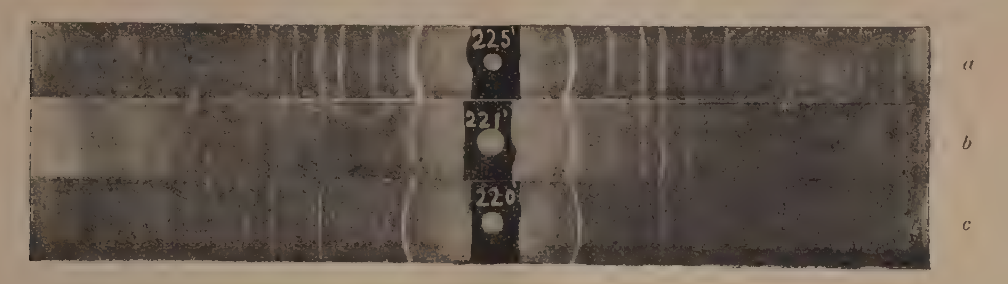
---

([8]) Ce corps avait déjà été obtenu par Hell et Cohen (*Ber. d. chem. Ges.*, 37, 1904, p. 870).

([1]) Séance du 6 mai 1946.

18 heures, puis les échantillons sont trempés à l'air et examinés aux rayons X. Des diagrammes sont représentés sur la figure.

Le cliché relatif à l'échantillon pressé à 4 tonnes/cm² (non reproduit) montre encore une trace d'anatase (3 à 4 %). La transformation anatase-rutile est ainsi favorisée par la pression, même aux valeurs faibles et moyennes de celle-ci, grâce à l'intimité plus grande du contact entre particules (l'action des




Cliché *a*, anatase non comprimée, aucune transformation décelable.
Cliché *b*, disque moulé à 1 t/cm², anatase + rutile.
Cliché *c*, disque moulé à 7 t/cm², rutile.

hyper-pressions de 40 à 50 tonnes/cm² sur les propriétés de la matière est bien connue depuis les travaux de Bridgeman). Nous poursuivons les expériences avec des pressions plus fortes et sur des poudres de finesse variée.

G. F. Hüttig et K. Kosterhon ([2]), étudiant la transformation thermique du produit obtenu par précipitation de $TiCl_4$ à l'ammoniaque, situent la zone de transformation entre 850° et 920° (calcination pendant une heure). En chauffant le même précipité (initialement amorphe) à des températures croissantes pendant une heure, nous avons suivi sur les diagrammes X l'apparition progressive de la structure anatase, puis le passage au rutile. A 900°, après 30 minutes; on observe de l'anatase plus une trace de rutile; et après une heure, du rutile avec une trace d'anatase. La transformation n'est complète qu'après 1 h. 30 min. à 900°; par contre, le même traitement thermique laisse intacte l'anatase commerciale. La nature de l'oxyde influe donc sur la transformation anatase-rutile, l'oxyde précipité colloïdal se montrant plus apte à la subir.

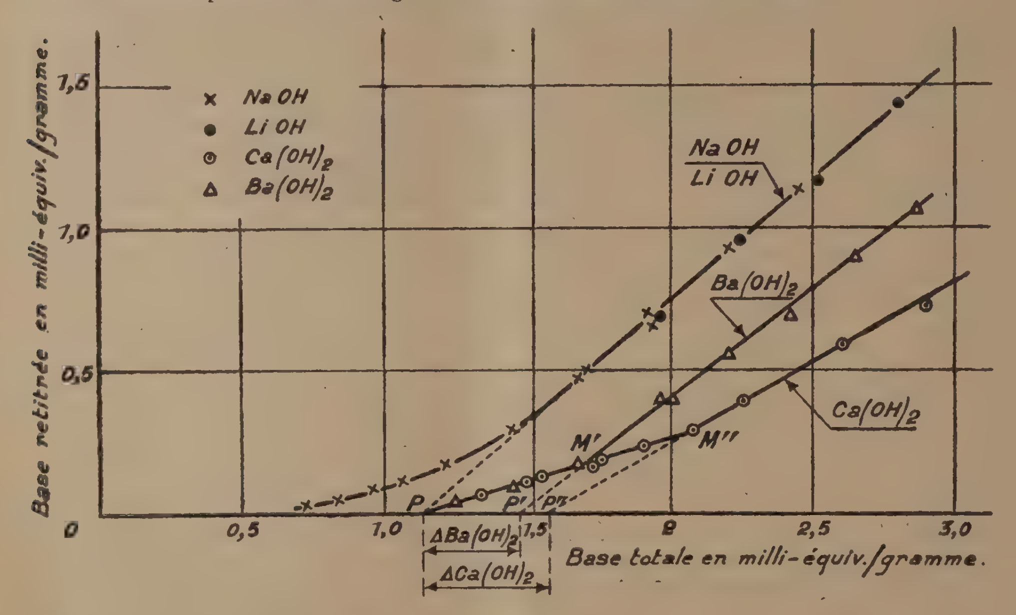
MINÉRALOGIE. — *Détermination de la capacité d'échange de base dans la montmorillonite*. Note ([1]) de Mme **Rachel Glaeser**.

Hissink ([2]) détermine l'acidité libre d'une terre en versant sur un échantillon préalablement pesé des quantités croissantes d'une solution diluée de

([2]) *Kolloid Z.*, 89, 1939, p. 202.

([1]) Séance du 6 mai 1946.
([2]) *Trans. Faraday Soc.*, 20, 1925, pp. 560-562.

baryte $Ba(OH)_2$ et en titrant la base qui reste dans le liquide surnageant. Les résultats sont exprimés en portant en abscisses les quantités totales de baryte ajoutées et en ordonnées les quantités de base restant dans la solution surnageante. On obtient alors une courbe présentant une branche rectiligne qui peut être extrapolée jusqu'à rencontre avec l'axe des abscisses. C'est l'abscisse de ce point de rencontre que Hissink prend comme valeur de l'acidité libre de la terre. Nous avons cherché à appliquer le principe de cette méthode à la mesure de la capacité d'échange de bases des montmorillonites.




*Matière de départ.* — Nous sommes partie de montmorillonite calcique séparée d'une terre provenant de Camp-Berteau (Maroc). Nous avons transformé l'argile en montmorillonite acide en la traitant plusieurs fois par une solution N/5 d'acide chlorhydrique. Le dernier traitement était suivi de lavages jusqu'à disparition de toute trace d'acide.

*Mode opératoire.* — Plusieurs échantillons de même poids de montmorillonite H sont additionnés en même temps de quantités croissantes de base. A chaque échantillon on ajoute de l'eau distillée, de manière à réaliser des suspensions ayant même concentration en argile. Les échantillons sont soumis simultanément à une forte agitation pendant deux heures. On centrifuge. On titre la base restée dans les liquides surnageant les divers échantillons. On a utilisé successivement la soude et la lithine en solution N/10, l'eau de chaux et l'eau de baryte en solution N/30.

*Résultats.* — Les résultats sont donnés en portant en abscisses les quantités de base ajoutées et en ordonnées la base résiduelle dans la solution : ces quantités sont exprimées en milliéquivalents de base rapportés à un gramme d'argile calcinée.

On peut faire les remarques suivantes :

1° Les points relatifs à la soude et à la lithine sont sur la même droite.

2° La chaux et la baryte en *faible excès* donnent aussi une droite commune. *Ces deux droites prolongées coupent l'axe des abscisses au même point* P. Ce point P, indépendant de la base employée, peut être considéré comme définissant l'acidité libre de l'argile, c'est-à-dire, dans l'exemple présent, la capacité d'échange de bases de la montmorillonite.

3° La partie inférieure de la courbe correspondant aux bases alcalines s'écarte de la droite. Cet écart correspond à une forte hydrolyse de l'argile sodique. L'hydrolyse est négligeable dans le cas de la chaux et de la baryte.

4° Quand on utilise la baryte et la chaux, si les quantités de base ajoutée dépassent respectivement les abscisses des points M′ et M″, les points expérimentaux se placent sur deux nouvelles droites bien distinctes de la droite commune PM′ M″. Ces points ont une signification bien précise. En employant la soude ou la lithine, les excès de base n'altèrent pas la stabilité de la suspension argileuse; par contre, avec la baryte et la chaux, à partir de proportions de base correspondant au point P, on observe une floculation de l'argile. Cette floculation augmente avec la proportion de base utilisée *et elle est totale pour les quantités de baryte et de chaux exprimés respectivement par les abscisses des points* M′ *et* M″. En conséquence *les tronçons* PP′ *et* PP″ *donnent les quantités de base nécessaire pour provoquer la floculation totale.*

5° On a pris la même échelle sur les axes des abscisses et des ordonnées. La différence entre les abscisses comptées à partir du point P et les ordonnées correspond alors à la quantité de base libre retenue par l'argile. Cette quantité est faible dans le cas des bases alcalines (droite presque à 45o). Elle est notable avec les bases alcalino terreuses.

*En conclusion,* la méthode que nous avons employée permet de déterminer, d'une manière commode et rapide, la capacité d'échange de bases et plus généralement l'acidité libre d'une argile à condition de prendre les précautions suivantes : 1° quand on emploie les bases alcalines fortes, il faut ajouter des excès suffisants pour que les résultats ne soient pas influencés par l'hydrolyse de l'argile alcaline; 2° dans le cas où l'on utilise des bases alcalino terreuses, chaux ou baryte, il ne faut ajouter que des excès inférieurs à la quantité provoquant la floculation totale.

Il semble que cette dernière précaution n'ait pas été prise jusqu'ici dans l'emploi de la méthode de Hissink. On a pris pour mesure de l'acidité libre les abscisses OP′ et OP″, d'où les valeurs trop fortes des acidités données ainsi que le signale A. Demolon (³).

---

(³) *La dynamique du sol,* Paris, 1944, p. 225.

MINÉRALOGIE. — *Contribution à l'étude des amas minéralisés d'Aïn Sedma et de Chabet el Mordj* (*Kabylie de Collo, Algérie*). Note [1] de M. **Joseph Bolfa**, présentée par M. Léon Bertrand.

Les amas d'Aïn Sedma et de Chabet el Mordj sont localisés dans un complexe rhyolito-granitique et plus spécialement dans la rhyolite [2].

A la partie supérieure des amas, la minéralisation est essentiellement constituée par de la magnétite et de l'oligiste, ce dernier minéral n'existant d'ailleurs qu'en faible proportion. Aux niveaux inférieurs, on trouve une association de magnétite et de pyrite présentant, en sections polies, une texture à inclusions très caractéristique, la magnétite étant généralement automorphe. La gangue est quartzeuse.

En vue de préciser la métallogénie de ces gîtes, j'ai fait l'étude thermomagnétique des roches encaissantes et même des roches associées situées à plus grande distance des amas. En coupe mince, les rhyolites présentent toutes la même composition minéralogique et la même texture. Les phénocristaux sont : du quartz, souvent en plages corrodées, des feldspaths (andésine, labrador), de la biotite et des minéraux opaques. La pâte appartient à deux types différents et montre soit un enchevêtrement de sections de quartz à texture pœcilitique avec microlites feldspathiques, soit une juxtaposition de sphérolites micropegmatiques avec microlites feldspathiques. Les analyses chimiques révèlent une proportion de silice pouvant atteindre 80 %, avec forte teneur en $K_2O$ (environ 7 %) et faible teneur en $Na_2O$ (environ 0,45 %).

Pour caractériser les éléments ferromagnétiques de ces rhyolites, deux méthodes s'imposent, l'étude de l'aimantation à saturation ou la détermination du point de Curie, c'est-à-dire de la température de disparition du ferromagnétisme dans les champs faibles. J'ai appliqué la deuxième méthode et, à cet effet, utilisé le dispositif imaginé par M. H. Forestier [3], perfectionné par M. R. Chevallier [4]. Les résultats des enregistrements thermomagnétiques sont représentés sur les photographies 1, 2, 3 et 4.

Ces courbes représentent les variations du moment magnétique de la substance dans un champ extérieur constant quand la température $t$ varie ($t$ croît de droite à gauche). Les coupures correspondent aux températures centigrades 100, 200, 300, 400, 500, 620; 600 étant trop rapproché du point de Curie de la magnétite. Les enregistrements ont été effectués à l'air. Cer-

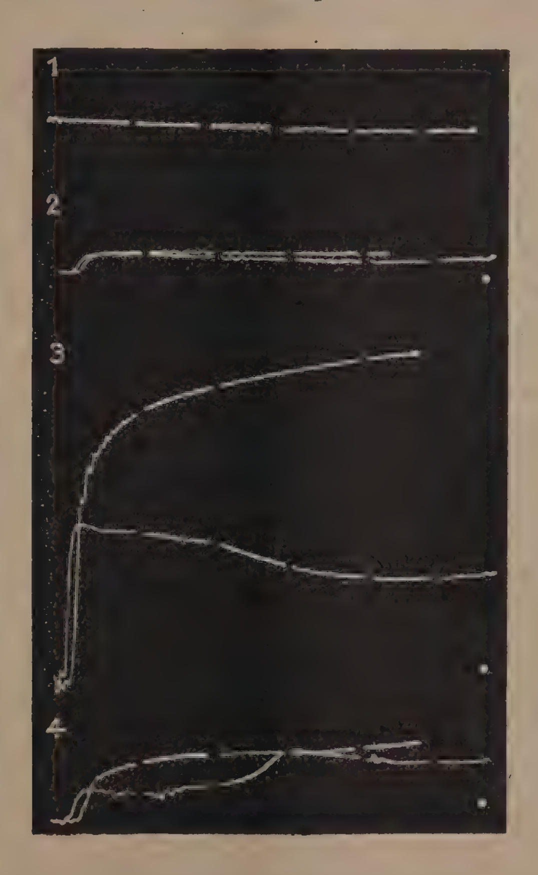
(1) Séance du 6 mai 1946.

(2) M. Roubault, *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2e série, *Descriptions régionales*, n° 10, 1934.

(3) H. Forestier, *Thèse*, Paris, 1928.

(4) R. Chevallier et J. Pierre, *Ann. de Phys.*, 10e série, 18, 1932, pp. 383-477.

taines rhyolites, surtout celles qui sont éloignées des amas, ne révèlent à l'analyse thermomagnétique aucune trace de magnétite (courbe 1). Par contre les rhyolites situées à proximité (courbe 2) donnent le point de Curie de la magnétite (580° C.) avec une discontinuité assez brugne, indice d'une magnétite pure non titanifère. En effet les enregistrements thermomagnétiques des titanomagnétites cubiques, comme la magnétite, montrent l'existence d'un point de Curie à une température inférieure. Ces résultats




confirment le fait que la magnétite est d'autant moins titanifère que la roche est plus acide.

L'enregistrement thermomagnétique du minerai des niveaux supérieurs et inférieurs des amas (courbes 3 et 4) présente également la discontinuité de la magnétite pure. La courbe 4 indique une modification dans les propriétés magnétiques entres 300° et 400° C., point de Curie de la pyrrhotite. Ce phénomène est sans doute dû à la pyrite, qui perd du soufre et se transforme partiellement en pyrrhotite.

Ces inclusions de magnétite pure dans les rhyolites encaissantes présentent un grand intérêt au point de vue métallogénique, car elles sont sans doute le point de départ des concentrations d'Aïn Sedma et de Chabet el Mordj. On

est en présence de *véritables gîtes de ségrégation de roches acides*, comparables à ceux de Kirunavaara (Laponie Suédoise), avec cette différence qu'à Aïn Sedma la minéralisation présente aux niveaux inférieurs l'association magnétite pure-pyrite. Cette association pourrait d'ailleurs s'être produite pendant une phase fumerollienne, la pyrite étant postérieure à la magnétite.

GÉOLOGIE. — *Sur le Trias de la Sierra de Baza (Prov. de Grenade).* Note de MM. **Luis Solé** et **Paul Fallot**, présentée par M. Charles Jacob.

La majeure partie des massifs calcaréo-dolomitiques de la Sierra de Baza (¹) fut attribuée en 1936 par Jansen au Trias alpujarride. Mais ses descriptions, surtout tectoniques, ne font état que de caractères lithologiques, qui, sans nulle référence faunique, visent tous à établir l'identité des divers horizons du Trias bétique avec ceux du Trias austro-alpin.

Nous avons pu recueillir, dans la partie orientale de la chaîne, les éléments d'une stratigraphie moins arbitraire.

S'il est vrai que les fossiles sont rares dans le complexe calcaréo-dolomitique triasique, nous avons néanmoins retrouvé un gisement déjà découvert en 1929 (²), et nos levers, effectués sur une très bonne carte détaillée (³), ont permis d'établir, d'une part la fréquence des faciès calcaires communément dits *à Fucoïdes* ou *à pistes*, d'autre part l'existence de décollements tectoniques qui provoquent soit la suppression de certains bancs inférieurs du Trias moyen, soit leur repos en biseau sur le toit du Werfénien.

Il existe heureusement des profils où ces ablations basales sont réduites ou nulles, et où l'on peut légitimement tenter d'étudier une succession stratigraphique complète. Ainsi, dans le massif du Calar de Santa Barbara (2269$^m$), et plus au Nord, la série comporte-t-elle :

1° Werfénien en grès rouges, irrégulièrement grossiers, avec horizons marneux ou pélitiques lie de vin (rares pointements doléritiques) apparaissant dans le Barranco de Relumbre, au sud du Calar.

2° Dolomies grises litées, environ 30$^m$.

3° Calcaires bleutés à pistes, lits à lumachelles de Bivalves et calcaires noirs, alternant entre eux et avec des dolomies sombres sur environ 350$^m$. En divers points, la dolomitisation résulte de substitution. Cette série, presque horizontale au sud du Massif, est affectée, sur son flanc septentrional, de replis déversés au Nord et plonge dans son ensemble dans cette direction. Vers le haut, elle comporte 1-2$^m$ de calcaires fossilifères, suivis de bancs à sections de grands Bivalves indéterminables. Le meilleur gisement avoisine la Fabrica del Rey.

---

(¹) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1118.

(²) P. Fallot, *Essais sur la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpides espagnoles*. [*Trias. Geol. de la Méditerr. Occidentale*, 4, n° 1, (Part. II), 1931, p. 15].

(³) *Carte topographique régulière d'Espagne* au 1/50000, feuilles Baza, Gor et Fiñana.

4° Sur ce niveau-repère reprend une alternance de dolomies sombres, de calcaires à pistes, de minces lits de cargneules et de rares et fines passées phylliteuses roses et violettes. L'ensemble, terminé par un dernier horizon à pistes, totalise 150 à 200m.

5° Dans la crête du Valenciano, dominant au Nord-Ouest la Fabrica del Rey, s'observe ensuite un important complexe de calcaires et de dolomies à grain fin, à patine claire, avec bancs à Algues, dont l'épaisseur totale dépasse 200m. Cette série, pendant au Nord, est limitée par un accident Est-Ouest qui fait apparaître un Werfénien phylliteux dans lequel s'est creusé le ravin du Cortijo de Carrillo.

La faune de la Fabrica del Rey comporte *Velopecten Albertii* Goldf., *Chlamys Schroeteri* Gieb., *Enantiostreon complicatum* Goldf., *E. spondyloides* v. Schloth., *Placunopsis ostracina* v. Schloth., *Pl. teruelensis* Wurm, *Pl.* n. sp. af. *teruelensis*, *Astarte triasina* Roem., *Avicula* (?) *hallensis* v. Woehrm. (M. Schmidt), *Mytilus* cf. *eduliformis* v. Schloth. En outre un fragment d'empreinte paraît correspondre à *Myophoria Goldfussi* v. Schloth. Les Algues sont en mauvais état. Ce paraît être des Gyroporelles.

Conformément aux conclusions de Martin Schmidt relativement au Trias subbétique, et notamment au fait, mis en lumière par lui, que les faciès à pistes sont connus au Virglorien supérieur et au Ladinien, il paraît permis d'interpréter cette succession de la façon suivante :

L'horizon 2 représente sans doute le Virglorien inférieur;

L'ensemble 3 embrasse apparemment le Virglorien supérieur et le Ladinien inférieur. Le niveau fossilifère se situe vers le Lombardien, ou Ladinien moyen. La série 4 sera dès lors assimilable au Ladinien supérieur, et 5 au Trias supérieur;

Le Trias moyen du Calar est beaucoup plus épais que celui de la zone subbétique, mais sa faune ne se différencie en rien de celle du Subbétique ou des régions catalanes ou aragonaises. Aucune espèce n'y rappelle les Alpes orientales;

Par contre l'absence de Trias supérieur bariolé à gypse et son remplacement, ici, par de puissantes masses dolomitiques et calcaires, implique une sédimentation marine continue, ce qui, contrairement au schéma de répartition de faciès que l'un de nous donna en 1931 (*loc. cit.*, pl. II), est un caractère alpujarride ou « alpin », qu'accentue la présence des Gyroporelles.

Hormis ce qui concerne l'horizon fossilifère du Ladinien moyen, il serait prématuré de placer des coupures précises dans le complexe triasique de la Sierra de Baza, et plus aventuré encore de vouloir les justifier par des assimilations lithologiques avec les subdivisions du Trias austro-alpin.

PALÉONTOLOGIE. — *Les Dinosauriens crétacés du Sud-Est de la France.* Note de M. **Albert-F. de Lapparent**, présentée par M. Charles Jacob.

Bien que les Reptiles dinosauriens aient prospéré un peu partout sur les continents crétacés, on n'en a jusqu'ici rencontré que des restes assez rares dans

le Sud-Est de la France. Actuellement il n'en est connu qu'à trois niveaux et très inégalement répartis dans la vallée du Rhône d'une part, en Provence et en Languedoc d'autre part.

Albien. — Un humérus de grand Sauropode, d'une longueur de $90^{cm}$ et dont le moulage est conservé au Muséum à Paris, a été décrit autrefois par Gervais (1852) sous le nom d'*Æpysaurus elephantinus*. Il avait été récolté auprès du village de Bédoin (Vaucluse), dans les « grès verts du Mont Ventoux », formation marine mais très littorale, attribuée sans contestation à l'étage albien. Des dents de Sauropode herbivore, peut-être du même animal, auraient été recueillies aussi au même lieu par un collectionneur de Nîmes.

Cénomanien. — Ch. Depéret (1894) a signalé comme provenant du Cénomanien supérieur ligniteux, autrefois exploité à Mondragon (Vaucluse), un os de Dinosaurien sauropode, mais qu'il n'a pu déterminer avec plus de précision.

D'après une ancienne indication de Gervais (1859), le genre *Megalosaurus*, dans lequel on range un peu arbitrairement tous les Théropodes carnivores à dents en lame de sabre rencontrés en Europe, serait représenté sur l'autre rive du Rhône à Mézerac, commune de Saint-Julien-de-Peyrolas (Gard). La formation est celle des lignites de Saint-Paulet, du même niveau cénomanien supérieur que ceux de Montdragon et non d'âge albien comme le pensait Gervais.

Danien. — Les grès et argiles rouges immédiatement subordonnés au calcaire de Rognac, dernier étage du Crétacé en Provence et en Languedoc, se montrent beaucoup plus riches en restes de Dinosauriens.

Les principaux gisements sont, de l'Est à l'Ouest : le synclinal de Fox-Amphoux (Var), le bassin d'Aix (Bouches-du-Rhône), les chaînons de Saint-Chinian (Hérault). Les collections Panescorse et Matheron, à Marseille, et Depéret, à Lyon, complétées par nos propres recherches (200 pièces osseuses conservées au Muséum, à Paris), permettent de décrire :

un Théropode carnivore, *Megalosaurus pannoniensis* Seeley;

deux Sauropodes herbivores, *Hypselosaurus priscus* Matheron, *Titanosaurus indicus* Lydekker;

deux Ornithopodes de la famille des Iguanodontidés, *Rhabdodon priscum* Matheron, *Ornithomerus transylvanicus* Nopcsà;

un Stégosaurien à plaques, *Struthiosaurus lugdunensis* Nopcsa.

De plus, un œuf complet de $17^{cm}$ de diamètre (coll. Faculté des Sciences de Marseille) et de nombreux débris de coquilles paraissent devoir être attribués au plus gros de ces animaux, *Hypselosaurus priscus*.

Cette faune reptilienne se rapproche beaucoup de celle décrite à Gosau, en Transylvanie, en Patagonie et aussi dans l'Inde, dans des gisements sénoniens et daniens. Mais elle paraît différente de la faune si spéciale des Dinosauriens du Crétacé supérieur de l'Amérique du Nord, comme s'il y avait eu alors, pour les Reptiles, deux grandes provinces zoologiques distinctes.

Dans une étude plus étendue et illustrée des Dinosauriens du Danien, nous tenterons d'évoquer le milieu environnant les Reptiles du Midi de la France en cette dernière période des temps crétacés. Ayant envisagé tour à tour les sédiments continentaux très divers, les Mollusques qui peuplaient les abords des lacs rognaciens (étude faite par M. E. Fischer), enfin les Reptiles : Dinosauriens, Crocodiles, Tortues, vivant sur la terre ferme ou dans les eaux douces, nous inclinons à penser que le climat est demeuré *tropical et humide* dans le Midi de la France *depuis le Sénonien jusqu'au début de l'Éocène inclusivement*. Pourtant, malgré cette constance climatique, tous les groupes de Dinosauriens vont disparaître, en France comme dans le monde entier, avant l'aurore des temps tertiaires. Ne pouvant expliquer cette mystérieuse extinction des Dinosauriens par une *révolution laramienne* purement climatique, dont on semble avoir exagéré l'importance, ne serait-il pas plus indiqué de rechercher du côté des facteurs d'équilibre interne la cause profonde de la disparition des grands groupes d'animaux.

Ainsi, à mesure que progressent nos connaissances relativement aux sédiments continentaux de l'époque secondaire, se précise aussi l'évocation d'un monde peuplé d'étranges Dinosauriens, vivant, jusqu'à l'extrême fin du Crétacé, sous un climat tropical humide bien plus étendu que maintenant à la surface de la Terre.

CYTOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action de l'eau sur le chondriome des cellules de la racine de Chicorée à café.* Note (¹) de M. **Roger Buvat**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Nous avons tenté de préciser la nature et les modalités de l'évolution réversible des chondriosomes de la racine de Chicorée à café, décrite brièvement (²). Pour cela des fragments provenant des mêmes tubercules sont traités les uns par la méthode habituelle à l'hypochlorite suivi de lavage à l'eau stérile, les autres par immersion directe dans l'eau distillée. Des fixations, échelonnées depuis la fin de la stérilisation jusque 4 jours après le début de l'expérience, montrent une évolution semblable pour les deux lots. C'est par conséquent *à l'eau de lavage*, et *non à l'hypochlorite*, que sont dues les modifications du chondriome.

Ces nombreuses fixations nous ont permis d'autre part d'analyser avec plus de précision l'évolution que nous avons résumée dans la Note précédente. Le chondriome se modifie dès 2 heures après le début de l'expérience. Le volume des chondriocontes augmente, tandis que leur chromaticité diminue. Ils deviennent alors très déformables et se laissent étirer par les mouvements

---

(¹) Séance du 6 mai 1946.

(²) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 970.

de cyclose qui les entraînaient primitivement sans les allonger. De telles modifications semblent montrer que les chondriosomes absorbent de l'eau et que leur tension superficielle, au contact du cytoplasme, diminue sensiblement. Cette absorption est confirmée par la formation de vésicules dans beaucoup de chondriosomes (*fig.* 1). D'autres montrent un commencement de dispersion dans le cytoplasme : leurs contours se compliquent de trabécules réticulées faiblement colorables évoquant la structure alvéolaire des anciens auteurs (*fig.* 2).

Une autre constatation frappante est que le nombre de chondriosomes paraît




très réduit après l'action de l'eau. En fait, des examens attentifs montrent que des coalescences se produisent entre les chondriosomes lorsqu'ils présentent une faible tension superficielle. Les mouvements de cyclose parviennent alors à les replier sur eux-mêmes, à les emmêler avec les filaments voisins et à grouper de nombreux éléments en certains points (*fig.* 3). Ils peuvent alors s'anastomoser par leurs parties en contact (*fig.* 4, *a* et *b*).

C'est de ces coalescences que résulte une partie des chondriosomes ramifiés ou des masses mitochondriales ajourées qui retiennent l'attention dans beaucoup de préparations (*fig.* 4, *c* à *f*).

Si l'on met en culture des explants prélevés sur des tubercules ayant séjourné dans l'eau après stérilisation, on constate, au moyen de fixations échelonnées dans les trois jours qui suivent l'ensemencement, que les filaments se raccourcissent et se fragmentent. Les chondriosomes deviennent plus

chromophiles et plus nombreux (*fig.* 5, 6, 7). Dans la plupart des cellules, chaque élément distendu, ramifié ou vésiculé, se pulvérise directement, en quelques heures, en une multitude de mitochondries granuleuses (*fig.* 8). Le chondriome est alors entièrement constitué d'innombrables petits chondriosomes répartis en groupes distincts dans le cytoplasme, chaque groupe provenant d'un seul élément hypertrophié (*fig.* 5 à 8).

Il est possible de saisir les figures de cette résolution des chondriosomes et des plastes (*fig.* 9). Leur contour apparaît un instant comme dessiné en pointillé lorsque la substance mitochondriale se concentre en gouttelettes chromophiles. L'observation de ces figures fait songer à la reconstitution des *yeux* à la surface d'un bouillon gras qu'on aurait agité. Il semble bien en outre qu'une partie de la substance des chondriosomes hypertrophiés (de l'eau seule peut-être), est rejetée dans le cytoplasme; ce dernier d'ailleurs a un aspect alvéolisé.

Peu après cette pulvérisation, la répartition des mitochondries devient uniforme comme dans des cellules normales. Quelques jours plus tard certains granules s'allongent en bâtonnets et en chondriocontes. Le chondriome a repris alors le même aspect que dans les racines intactes.

Des transformations de si grande amplitude montrent que les chondriosomes sont extrêmement plastiques. Aussi altérés qu'ils puissent paraître ils sont susceptibles de se régénérer, et il ne semble pas qu'ils puissent être détruits, malgré certaines apparences, dans des cellules qui continuent à vivre.

Ces résultats, qui n'ont pu être obtenus que grâce à la technique des cultures de tissus, montrent encore que, même alors qu'il paraît sur le point de se diluer dans le cytoplasme, le chondriome garde son individualité; ils s'ajoutent aux raisons nombreuses qui font douter de la possibilité de la formation de chondriosome, *de novo* dans le cytoplasme.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Recherches sur la fièvre aphteuse. Pouvoir pathogène et valeur antigénique du virus recueilli dans une tumeur de Cobaye aphteux* ([1]). Note de MM. **Jules Bridré** et **Michel Bardach**.

L'un de nous (M. B.) a montré ([2]) que, chez un Cobaye inoculé de fièvre aphteuse et porteur d'un liposarcome greffable, le virus existe en quantité considérable dans le tissu néoplasique. Comme la tumeur atteint des dimensions importantes, elle représente une source de virus pur abondante « facilitant grandement les recherches dans le domaine de la fièvre aphteuse ». Nous

([1]) Document retiré du pli cacheté n° 11769, déposé le 21 juillet 1941, ouvert à la demande des auteurs le 8 avril 1946.

([2]) *Comptes rendus*, **222**, 1946, p. 1146.

avons pensé que, du fait de cette constatation, le problème de la vaccination des Bovidés au moyen de virus de Cobaye pouvait se trouver simplifié. On sait que ce sont surtout des difficultés techniques qui ont empêché Vallée, Carré et Rinjard d'appliquer leur procédé de vaccination par virus formolé, qui s'était révélé efficace.

Pour apprécier la virulence du tissu néoplasique, les tumeurs sont broyées dans un mortier en présence de quartz pulvérisé. Le magma est repris en eau physiologique tamponnée et ajustée à pH 7,6, la proportion de tissu étant d'une partie pour 100 de liquide. Après centrifugation de la suspension, le liquide surnageant constitue le *virus* servant aux titrages.

I. Un point essentiel était de connaître la période la plus favorable pour le prélèvement des tumeurs virulentes.

Une même dose de $0^{cm^3},25$ de virus étant inoculée dans le coussinet plantaire de Cobayes porteurs de tumeurs, ces animaux étaient sacrifiés par groupes de deux toutes les 12 heures à partir de la 42ᵉ heure et jusqu'à la 102ᵉ. Les titrages de la virulence de chacune des tumeurs ont situé la période recherchée entre la 42ᵉ et la 66ᵉ heure. Elle peut se prolonger jusqu'à la 72ᵉ heure. De même, des Cobayes sacrifiés *in extremis* vers la 30ᵉ heure portaient des tumeurs très virulentes. Mais, à partir de la 78ᵉ heure, la virulence baisse généralement assez vite, même si la généralisation des lésions aphteuses apparaît tardivement.

Étant donné le but que nous nous proposons, nous estimons qu'un tissu néoplasique, mis en suspension dans les proportions de 1/50000 ou de 1/70000 et inoculé à la dose de $0^{cm^3},25$, qui se montre infectant pour le Cobaye, possède une virulence suffisante. Cela représente 200000 ou 280000 doses infectantes par gramme de tissu. Mais nous avons constaté que certaines tumeurs étaient encore virulentes après dilution à 1/200000 et même à 1/1000000.

Le siège des tumeurs ne paraît pas avoir d'influence sur la virulence du tissu. Les tumeurs à croissance rapide, renfermant peu de tissu conjonctif, semblent plus riches en virus. Celui-ci est plus abondant dans les parties périphériques, bien vivantes, que dans les parties centrales plus ou moins nécrosées.

L'infection du Cobaye producteur de virus peut se faire par inoculation dans la tumeur même : par des titrages pratiqués avec le tissu de tumeurs prélevées 24, 30, 42, 48, 54 et 66 heures après l'inoculation, on a pu constater que, pendant toute cette période, le tissu tumoral est pleinement virulent. Mais l'inoculation dans un coussinet plantaire est préférable. Elle permet de suivre l'évolution des lésions et, dans le cas où des germes étrangers souilleraient le virus inoculé, ils ne gagneraient pas obligatoirement la tumeur dont le virus aphteux resterait pur, le plus souvent.

II. Une autre question se posait : celle de savoir si le virus recueilli dans les tumeurs du Cobaye est antigénique. Nos premiers essais de vaccination du Cobaye, faits en nous inspirant de diverses techniques (suspension de tissu virulent formolée à 5 ‰, adsorption de virus vivant sur charbon animal ou

sur corps microbiens, virus additionné de gélose et d'alun, etc.), ne nous donnèrent pas satisfaction. Nous réussîmes néanmoins à vacciner le Cobaye en modifiant quelque peu la technique décrite par Homutov, c'est-à-dire en mettant plus de virus dans un liquide renfermant moins de glycérine et moins de formol. Voici d'ailleurs la composition du vaccin qui nous a donné d'excellents résultats sur le Cobaye : du tissu tumoral virulent est broyé au mortier en présence de quartz. On ajoute le liquide conservateur (glycérine diluée) en quantité voulue pour faire une suspension de tissu à 10 %. Celle-ci est centrifugée. Pour trois parties de liquide surnageant, on ajoute sept parties d'eau physiologique, tamponnée à pH 7,6. Le mélange est formolé à 1/5000 et gardé à l'étuve à 20° pendant sept jours, à l'abri de la lumière. Il peut alors être injecté sous la peau du Cobaye qui, ensuite, résiste à une inoculation de virus actif dans le coussinet plantaire, c'est-à-dire qu'il réagit par un aphte local sans généralisation ou ne présente aucune lésion, alors que les témoins présentent les lésions classiques.

Le virus recueilli dans les tumeurs du Cobaye aphteux est donc antigénique et susceptible d'être transformé en vaccin, au moins pour le Cobaye.

A $16^h 15^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 35^m$.

L. B.

---

## BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

---

### Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1946.

*Que sais-je ? Forêts vierges et Bois coloniaux*, par Auguste Chevalier et Didier Normand. Paris, Presses universitaires de France, 1946; 1 vol. $17^{cm},5$.

*Une réserve botanique à prévoir au Cameroun : Le sommet des Monts Bambutos*, par Henri Jacques-Félix. Extrait du *Bulletin du Muséum*, 2e série, Tome XVII, n° 6, 1945; 1 fasc. $24^{cm}$.

*William Bowie*, Memoir prepared by Henry G. Avers. Extrait de *American Society of Civil Engineers*, Memoirs. n° 1135; 1 fasc. $23^{cm}$.

*État de la production des pommes de terre de semence dans le Québec*, par B. Baribeau. Québec, Société anonyme de la Focatière, 1943; 1 fasc. $23^{cm},5$.

*Introduction à la géométrie supérieure*, par Lucien Godeaux. Deuxième édition. Liége, Imprimerie G. Thone, 1946; 1 vol. $25^{cm}$.

*La médecine aéronautique*. Bulletin du Service de Santé de l'Air. Tome I. n° 1. Paris, l'Expansion scientifique française, 1946; 1 vol. $24^{cm}$.

Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias medicas. *Cátedra de Historia de la Medicina y de las Doctrinas Medicas Biblioteca de Medicina Clásica*, par Ricardo Caballero. *Conferencia inaugural Exposición general del Método para el estudio de las doctrinas médicas*. Rosario, 1942; 1 fasc. $26^{cm},5$.

*Catedra de historia de la Medicina y de las Doctrinas medicas.* Facultad de Ciencias medicas de Rosario. Universidad Nacional del Litoral *Aristoteles naturalista, biologo y filosofo*, par RICARDO CABALLERO. Rosario, 1943; 1 fasc. $26^{cm}$.

*La Independencia de la América Latina fué asegurada por los esfuerzos de la Diplomacias Norteamericana e Inglesa*, par RICARDO CABALLERO. Rosario, 1945; 1 fasc. $26^{cm}$.

Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias medicas. *Catedra de Historia de la Medicina y de las doctrinas medicas. Pasteur. Estudio integral de sus obras el Hombre, el filosofo, el creyente*, par RICARDO CABALLERO. Rosario, 1945; 1 vol. $24^{cm},5$.

Colonies et Empires. I. Études coloniales. II. *L'œuvre des pastoriens en Afrique noire. Afrique Occidentale française*, par CONSTANT MATHIS. Paris, Presses universitaires de France, 1946; 1 vol. $22^{cm},5$.

Cahiers scientifiques. Fascicule XX. *Algèbre*, par PAUL DUBREIL. Tome I. *Équivalences, Opérations, Groupes, Anneaux, Corps*. Paris, Gauthier-Villars, 1946; 1 vol. $25^{cm}$.

Bibliothèque de philosophie scientifique. *L'évolution scientifique et l'agriculture française*, par ALBERT DEMOLON. Paris, Flammarion, 1946; 1 vol. $19^{cm}$.

Principes d'agronomie. Tome II. *Croissance des végétaux cultivés*, par ALBERT DEMOLON. Paris, Dunod, 1946; 1 vol. $25^{cm},5$.

*Que sais-je ? Les vins de France*, par GEORGES RAY. Paris, Presses universitaires de France, 1946; 1 vol. $17^{cm},5$.

*Observations biométriques*. VI-VII, par DEZYDERY SZYMKIEWICZ. Extrait des *Acta Societatis Botanicorum Poloniæ*. Vol. XVII, nº 1. Kraków, 1946; 1 fasc. $23^{cm},5$.

*The endeavour of Jean Fernel*, par Sir CHARLES SHERRINGTON. Cambridge, University Press, 1946; 1 vol. $22^{cm},5$.

*A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*, par EMILE DE WILDEMAN, V. *Des « Ephedra » et de leur constitution chimique*. Extrait du *Bulletin des séances* de l'Institut royal colonial belge. Fasc. XVI, nº 2. Bruxelles, Imprimerie de l'Académie royale de Belgique, 1945; 1 fasc. $25^{cm}$.

Institut royal colonial belge. Section des sciences naturelles et médicales. *Mémoires*. Tome XIII, fasc. 5 et dernier. *A propos de médicaments antilépreux d'origine végétale*. III. *Les plantes utiles du genre Strychnos*, par ÉMILE DE WILDEMAN. Bruxelles, Librairie Falk fils, 1946; 1 vol. $24^{cm},5$.

*Optique instrumentale*, par G.-A. BOUTRY. Paris, Masson, 1946; 1 vol. $27^{cm}$.

*De Gaulle Salvador de Francia*, par JUAN BALME. Mexico, D. F., s. d.; 1 fasc. $30^{cm}$.

*Comment on peut suppléer au manque de viande, remédier à ses effets funestes pour notre race et prévenir la famine menaçante*, par MICHEL LHÉRITIER. Limoges, Société des Journaux et Publications du Centre, 1946; 1 fasc. $22^{cm}$.

Orquidea. Tomo I. Num. 1. *Coatzontecomaxochitl Stanhopea Tigrina* (LOL.). Num. 2 à 6. *Odontoglossum Citrosmum*. (LOL.). Mexico, Sociedad Mexicana, 1943; 2 fasc. $23^{cm}$.

*Biológica*. Trabajos del Instituto de biologia de la Facultad de biologia y ciencias medicas de la Universidad de Chile. Fasciculo I et II. Santiago de Chile, Imp. Universitaria, 1944; 2 vol. $27^{cm}$.